UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFECTO DE LA DOTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CARNE

por

José Pedro FONTES CABRERA

Mario André UMPIÉRREZ HORTA

TESIS presentada como uno de los requisitos para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO

URUGUAY

2015

Tesis aprobada por:

Director: ……

Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zanoniani

……

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

……

Ing. Agr. MSc. David Silveira

Fecha: 17 de diciembre de 2015

Autor: ……..

José Pedro Fontes

……...

Mario André Umpiérrez

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía por brindarnos los conocimientos para acceder a nuestra formación académica.

A nuestro director de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por darnos la posibilidad de realizar está tesis y por el incondicional apoyo brindado en todas las instancias durante la elaboración del mismo.

Un especial agradecimiento a nuestras familias por el apoyo que siempre nos brindaron a lo largo de toda esta etapa.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN..... II
AGRADECIMIENTOS..... III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....VII

1. INTRODUCCIÓN.....1
1.1. OBJETIVOS.....3

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... 4
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA.....4
2.1.1. *Festuca arundinacea*.....4
2.1.2. *Trifolium repens*.....5
2.1.3. *Lotus corniculatus*.....8
2.2. UTILIZACIÓN DE MEZCLAS..... 9
2.3. MANEJO DE LA PASTURA..... 13
2.3.1. Manejo del índice de área foliar (IAF)..... 13
2.3.2. Manejo de la pastura estivo-otoñal..... 14
2.3.2.1. Verano..... 15
2.3.2.2. Otoño.....16
2.4. CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DEL TAPIZ DE LAS PRADERAS SEGÚN EDAD Y ESTACIÓN DEL AÑO.....17
2.4.1. Edad de la pastura.....17
2.5. EFECTO DEL PASTOREO..... 17
2.5.1. Introducción..... 17
2.5.2. Defoliación..... 18
2.5.3. Parámetros que definen el pastoreo.....18
2.5.3.1. Intensidad.....18
2.5.3.2. Frecuencia.....19
2.5.4. Dinámica del crecimiento de gramíneas y leguminosas..... 20
2.5.5. Efecto del pastoreo en la pastura..... 21
2.5.5.1. Efecto sobre el rebrote..... 21
2.5.5.2. Efecto sobre la producción de materia seca..... 23
2.5.5.3. Efecto sobre la utilización de forraje..... 24
2.5.5.4. Efecto sobre la morfología y estructura..... 24

2.5.5.5. Efecto sobre la persistencia.....25
2.5.5.6. Efecto sobre la composición botánica……..... 26
2.5.5.7. Efectos sobre la calidad..... 27
2.6. PRODUCCIÓN ANIMAL……..... 28
2.6.1. Introducción…….....28
2.6.2. Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal..... 29
2.6.3. Relación entre consumo disponibilidad y altura..... 30
2.6.4. Asignación de forraje y consumo animal.....31
30
2.7. HIPÓTESIS ……..... 35
2.7.1. Hipótesis biológica…….....35
2.7.2. Hipótesis estadística…….....35

3. MATERIALES Y MÉTODOS..... 36
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES..... 36
3.1.1. Ubicación experimental y periodo experimental..... 36
3.1.2. Descripción del sitio experimental..... 36
3.1.3. Información meteorológica..... 36
3.1.4. Antecedentes del área experimental..... 37
3.2. TRATAMIENTOS……..... 37
3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL..... 38
3.4. METODOLOGÍA Y CONDUCCIÓN EXPERIMENTAL..... 39
3.4.1. Variables determinadas…….....39
3.4.1.1. Forraje disponible y remanente en materia seca..... 39
3.4.1.2. Altura del disponible y del remanente..... 40
3.4.1.3. Materia seca desaparecida……..... 40
3.4.1.4. Porcentaje de desaparecido…..... 40
3.4.1.5. Producción de forraje..... 40
3.4.1.6. Tasa de crecimiento..... 40
3.4.1.7. Composición botánica del disponible y del remanente..... 41
3.4.1.8. Peso de los animales……..... 41
3.4.1.9. Ganancia de peso diario…….....41
3.4.1.10. Oferta de forraje…….....41
3.4.1.11. Producción de peso vivo por hectárea..... 41
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO……..... 42
3.5.1. Modelo estadístico..... 42
3.5.2. Supuestos estadísticos……42

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN……..... 43
4.1. DATOS METEOROLÓGICOS..... 43
4.2. PARÁMETROS DE LA PRODUCCIÓN DE LA PASTURA..... 45
4.2.1. Forraje disponible..... 45
4.2.1.1. Cantidad de forraje disponible..... 46
4.2.1.2. Cantidad de forraje disponible por estación ……..…… 47
4.2.1.3. Evolución del forraje disponible…… 49
4.2.2. Cantidad de forraje y altura de remanente……..…..50
4.2.2.1. Cantidad de forraje remanente..... 50
4.2.2.2. Forraje remanente y altura.....51
4.2.2.3. Evolución del remanente.....53
4.2.3. Forraje disponible y desaparecido en periodo estivo-otoñal……54
4.2.3.1. Porcentaje de forraje desaparecido.....55
4.2.4. Producción de materia seca.....56
4.2.4.1. Tasa de crecimiento.....56
4.2.4.2. Producción de forraje.....58
4.2.5. Composición botánica.....59
4.3. PARÁMETROS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL.....61
4.3.1. Evolución de la ganancia media diaria por animal.....65
4.3.2. Producción de carne y eficiencia de producción.....66

5. CONCLUSIONES…….....68
5.1. CONSIDERACIONES FINALES……..……..……..……68

6. RESUMEN.....70

7. SUMMARY..... 71

8. BIBLIOGRAFíA……72

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No. Página

1. Balance hídrico…….. 44

2. Disponibilidad en kg/ha MS, altura promedio por tratamiento y asignación de forraje en el periodo estival..…... 47

3. Disponibilidad en kg/ha MS, altura promedio por tratamiento y asignación de forraje en el periodo otoñal……..… 47

4. Altura promedio del remanente en centímetros por estación, máximo, mínimo, desvió estándar y altura del remanente para todo el periodo experimental, en función de la dotación……..... 51

5. Porcentaje de utilización por estación, para el periodo experimental en función de los distintos tratamientos 55

6. Oferta de forraje, ganancia media diaria y ganancia de PV por animal y por hectárea por tratamiento para el periodo experimental……..…… 61

7. Ganancias diarias medias estivales, otoñales y totales para cada tratamiento……..…..…….…… 66

8. Producción de PV y eficiencia de producción estival (kg MS/kg PV) en función de los tratamientos…….. 67

9. Producción de PV y eficiencia de producción otoñal (kg MS/kg PV) en función de los tratamientos……. 67

Figura No.

1. Meristemas remanentes en gramíneas……. 21

2. Importancia del área foliar remanente en TC posterior 22

3. Efectos de diferentes intensidades en el rebrote de las especies, afectando la composición de la mezcla…..… 27

4. Asociaciones entre consumo animal y características y métodos de asignación de pasturas para gramíneas y leguminosas……..…..….. 32

5. Asociaciones entre altura de la pastura y (a) consumo por bocado; (b) tasa de bocados; (c) tiempo de pastoreo, y (d) consumo diario, ilustrando la influencia dominante del consumo por bocado en el consumo diario de ovinos en pastoreo continuo sobre pasturas de raigrás perenne y trébol blanco…….…….…… 34

6. Croquis del área experimental…….…….……. 38

7. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico…….. 43

8. Registro de temperaturas durante el experimento comparado con el promedio histórico……..……. 45

9. Disponibilidad de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y promedio del período experimental.… 46

10. kg de materia seca disponible en función de la altura disponible del primer pastoreo estival…….……..... 48

11. Evolución de la disponibilidad de forraje para cada tratamiento durante el período experimental…..…… 49

12. Remanente de forraje (kg de MS/ha.) por tratamiento, por estación y promedio del periodo experimental... 50

13. Evolución del remanente después de cada pastoreo, para cada tratamiento…….…… 53

14. Forraje disponible y desaparecido en kg/ha MS…..… 54

15. Evolución de la tasa de crecimiento de la pastura en el período experimental y por estación…….…… 56

16. Producción de forraje por tratamiento, según pastoreo y total del periodo experimental…… 58

17. Proporción de los distintos componentes al inicio del experimento…… 59

18. Proporción de los distintos componentes al final del experimento……..…… 60

19. Ganancia media diaria promedio (kg/animal/día) y producción de carne promedio (kg/ha) en función de los distintos tratamientos para todo el período experimental…… 63

20. Evolución de ganancias diarias según tratamiento y estación…….....… 65

1. INTRODUCCIÓN

La interrelación que existe entre la pastura y el rumiante es un proceso muy dinámico y de doble vía donde por un lado tenemos los aspectos físicos-químicos y morfológicos de las pasturas que influencian el material ingerido por el animal, y por otro lado el forraje removido determina la cantidad y el tipo de material remanente que tiene una influencia determinante en la capacidad de rebrote de la pastura. En el control de estos procesos está la base del manejo de los sistemas pastoriles (Lucas, 1963).

En Uruguay los sistemas de producción de forraje se basan en diferentes alternativas para la generación de alimento, las cuales abarcan desde las más extensivas tales como pasturas naturales y pasturas naturales con mejoramientos, hasta las más intensivas como pasturas implantadas o verdeos. En las pasturas implantadas existen tres variantes: mezclas forrajeras, gramíneas con nitrógeno y leguminosas puras (Carámbula y Santiñaque, 1981).

Las pasturas cultivadas mixtas suponen la sustitución total de la vegetación presente, son esenciales para la obtención de altos rendimientos la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas. Uno de los objetivos más importantes es lograr de ellas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea explotando las ventajas y bondades que ofrecen ambas familias (Carámbula, 2004).

Se debe considerar para las condiciones climáticas que se encuentran en el país, el hecho de que durante el año se produce por un lado en las plantas una serie importante de cambios morfofisiológicos, y por otro lado en sus poblaciones un conjunto de modificaciones que incluyen variaciones en la composición botánica y en la estructura del tapiz, las cuales afectan tanto la cantidad de forraje producido como su calidad. Desde el punto de vista agronómico, el concepto de persistencia en las pasturas involucra el criterio de constancia de rendimientos dentro de un equilibrio dinámico de balance entre las especies sembradas (gramíneas y leguminosas) y la vegetación residente. La falta de persistencia de las pasturas se presenta como un serio problema en los países del Cono Sur, así como también en gran parte del mundo (Carámbula, 2004). En este caso tiene una marcada importancia ya que nuestra tesis está basada en una pastura de 5° año.

Los factores que afectan la estructura del tapiz en orden de importancia son: el tipo de pastura (las especies y la proporción en que se encuentran), el manejo del pastoreo, la estación del año, la edad de la pastura y las condiciones de fertilidad (García, 1995).

La necesidad de ofrecer a los animales, el mayor volumen de forraje con el mayor valor nutritivo durante el mayor tiempo posible del año, implica la realización en cada estación de manejos dirigidos a lograr dicha meta de la manera más eficiente. Para ello se deberá tener en cuenta las condiciones ambientales prevalentes y los parámetros involucrados, pero por sobre todas las cosas, muy claros los objetivos de manejo a aplicar (Carámbula, 2004).

Para poder obtener altos rendimiento de materia seca de elevado valor nutritivo durante varios años y distribuido a lo largo del año de forma uniforme, es necesario implementar el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias. También es necesario que las mismas estén formadas por una mezcla de gramíneas con leguminosas ya que se complementan con características de cada una porque ni las gramíneas solas, ni las leguminosas puras proveen una buena pastura. Las gramíneas aportan: productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad de mantenimiento de poblaciones, explotación total del nitrógeno simbiótico, estabilidad en la pastura, baja sensibilidad al pastoreo y corte, baja susceptibilidad a enfermedades y plagas y baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. Las leguminosas por su parte, aportan: nitrógeno a las gramíneas, son poseedoras de alto valor nutritivo para completar la dieta animal, y son promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres, así como degradados por un mal manejo (Carámbula, 2004).

La asignación de forraje (kg de MS/100 kg de PV) es uno de los factores más importantes que afectan el consumo de pasturas y uno de los más manejables cuando se pretende realizar un manejo de pastoreo (Hodgson, 1984). Es así que la dotación juega un rol importante tanto en la utilización del forraje como en la vida productiva de la pastura (Cardozo, citado por Bartaburu et al., 2003).

En lo que respecta al manejo, la defoliación está definida por la frecuencia, intensidad, uniformidad y duración del pastoreo en relación a las fases de desarrollo de la pastura. Cabe destacar que generalmente cuanto mayor es la intensidad y frecuencia de la defoliación, la producción de la pastura se reduce (Harris, 1978).

El rebrote de la pastura luego de la defoliación está condicionado por el área foliar residual, carbohidratos y otras reservas, la tasa de crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes y agua, y la cantidad y actividad de los meristemas que sobrevivieron, dependiendo de la especie (Harris, 1978).

Por tal motivo el presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar una mezcla forrajera perenne que está compuesta por una gramínea invernal

(*Festuca arundinacea)* y dos leguminosas una invernal (*Trifolium repens)* y otra estival (*Lotus corniculatus)* manejadas bajo distintas dotaciones animales. Así mismo como objetivo secundario, se evaluó la producción animal media diaria. Para luego, en función de estas variables poder determinar la respuesta de la pastura a los diferentes tratamientos aplicados para brindar recomendaciones de manejo para mejorar la eficiencia y sustentabilidad de su utilización para obtener los mejores resultados productivos.

1.1 OBJETIVOS

El siguiente trabajo presenta como objetivo general evaluar tres dotaciones (2,2, 1,6 y 0,9 animales/ha) animales de una mezcla forrajera sobre la productividad de la pastura y sobre el desempeño animal.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Evaluar la producción de forraje y composición botánica estivo-otoñal de la mezcla forrajera (*Festuca arundinacea, Trifolium repens y Lotus corniculatus*) según la dotación animal.

- Evaluar el desempeño animal a través de la evolución de su peso vivo logrado sobre esta mezcla, durante la producción estivo-otoñal a tres dotaciones diferentes.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA

2.1.1 *Festuca arundinacea*

Gramínea perenne invernal de hábito de crecimiento cespitoso con presencia de rizomas muy cortos. Se adapta a un amplio rango de suelos, comportándose mejor en suelos medios a pesados, y tolera suelos ácidos y alcalinos (Langer, 1981).

Presenta un sistema radicular fibroso, profundo y muy extendido el que le permite obtener agua de horizontes muy profundos, confiriéndole la característica de buena resistencia a la sequía (Langer, 1981), no presentando latencia estival. Por lo que la persistencia de la festuca depende del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera. Además de un manejo cuidadoso del pastoreo que no afecte desfavorablemente el rebrote de otoño (García 2003, Carámbula 2010b, Formoso 2010).

Es una especie de buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y una floración temprana (setiembre-octubre). En uso exclusivo de pastoreo se recomienda no permitir el encañado, ya que detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular, proceso que debilita la planta (García, 2003).

Como desventajas de la especie se encuentran el lento establecimiento, falta de resiembra natural y la falta de apetecibilidad y de digestibilidad en etapas avanzadas del crecimiento. La primera, debido a que sus plántulas son muy poco vigorosas, siendo muy vulnerable a la competencia en este estado ya sea por malezas o por especies forrajeras acompañantes. Esta característica la hace una de las especies que más sufre en siembras consociadas con cereales (Langer, 1981).

Dada su alta producción y a su rebrote rápido, esta especie necesita disponer de muy buena fertilidad, si se quieren aprovechar sus características más sobresalientes (Carámbula, 2010a). Por lo que necesita un suministro de nitrógeno importante, ya sea aplicando fertilizantes nitrogenados o sembrándola en mezcla con leguminosas.

Admite defoliaciones intensas y frecuentes. En otoño e invierno entrar a pastorear con 15 cm como máximo altura para evitar la formación de maciegas y consiguiente mala calidad, y dejar un remanente de 5 cm. Para la primavera y

verano el correcto pastoreo sería con una frecuencia de 20 cm y una intensidad de 7 cm (Carámbula, 2010a).

La festuca es indudablemente una de las gramíneas perennes más utilizadas en la región y un componente esencial en la mayoría de las pasturas sembradas. En Uruguay, INIA La Estanzuela ha sido creada la variedad sintética de uso público, Tacuabé para mejorar tres deficiencias agronómicas importantes que presentaba Kentucky 31, material hasta ese entonces más usado comercialmente en el país. Los tres objetivos de mejoramiento seguidos con relación al Kentucky 31 fueron aumentar el potencial de producción de forraje otoño-invernal, la persistencia productiva y la fuerza de competencia con respecto al trébol blanco. Lográndose ventajas en la producción estacional de forraje de 49% en otoño y de un 22% en primavera, además de una relación adecuada en sus mezclas con trébol blanco y una persistencia productiva muy destacable (Formoso, 2010).

El éxito de la persistencia de este material se sustenta en que su integración genética incluye materiales recolectados de praderas muy viejas a nivel de todo el país, aspecto que garantiza una muy alta adaptabilidad a las condiciones de ambiente y uso en los establecimientos.

Los trabajos realizados en Tacuabé permiten definirla como un cultivar de: elevados rendimientos anuales de materia seca; alto potencial de producción de forraje durante el período otoño-invernal; excelente persistencia productiva, de floración temprana y que permite mantener un balance más adecuado de la relación festuca- trébol blanco (Formoso, 2010).

Es un cultivar que no presenta semi-latencia estival como los de tipo mediterráneo, su tasa de crecimiento máxima obtenida por García (2003) se da durante la primavera y es de 52 kg/ha/día MS. En cambio, durante el verano mantiene tasas de crecimiento entre 10-20 kg/ha/día MS, aumenta un poco en otoño para luego volver a descender hacia el invierno.

Castro (2012) obtuvo una producción para el primer año de 7977 kg7ha MS, el segundo 13466 kg/ha MS y el tercer año 4989 kg/ha MS.

2.1.2 *Trifolium repens*

Se trata de una leguminosa de vida perenne, aunque dependiendo de las condiciones hídricas que se presenten en la estación estival puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, ya que sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir durante el verano ya que pierde su raíz principal que es sustituida por raíces poco profundas que salen de los estolones. Es de

hábito estolonífera y ciclo invernal, pero su mayor producción se registra en primavera (Carámbula, 2010a). Por su alta producción de forraje de muy buena calidad (alto valor nutritivo), su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez de cederles altas cantidades de nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo.

Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos. Además, presenta bajo vigor inicial y establecimiento lento, y no tolera la sombra (Langer, 1981).

Las mejores condiciones de crecimiento y desarrollo de esta leguminosa se favorecen durante estaciones húmedas y frías, en suelos bien drenados, fértiles, de pH 6 a 7 y que tienen un buen contenido de nutrientes minerales (Carlson et al., 1985). Dos particularidades importantes de las especies forrajeras son la capacidad de producir forraje en cantidad y calidad como su estabilidad en el tiempo, esto es su capacidad de persistir, la cual en trébol blanco se logra mediante dos mecanismos: formación y enraizamiento de entrenudos nuevos (estolones hijos), y resiembra natural (Westbrooks y Tesar, citados por Formoso y Allegri, 1980). De esta manera todos los años se lograría tener raíces más profundas aunque estos dos mecanismos en cierta forma serian antagónicos, ya que el primero se logra impidiendo la floración, y por otro lado si se deja florecer las yemas darán lugar a cabezuelas y no a nuevos estolones. Bajo regímenes severos de defoliación, se reduce el tamaño de hoja, se afecta el crecimiento de la planta, aumentando la susceptibilidad de la misma a la competencia de las gramíneas o frente a períodos secos (Brougham, 1956).

La intensidad de floración en el trébol blanco es gobernada por factores ambientales, sobre todo el fotoperiodo y la temperatura, durante el período de la iniciación floral, en este sentido en La Estanzuela se observó que Zapicán es capaz de florecer en otoño e invierno, aun bajo temperaturas de alrededor de 15 grados y fotoperiodos cortos.

El potencial para producir semilla es alto para la mayoría de los cultivares de trébol blanco (Pristch, 1976).

Esta especie presenta una gran adaptación a manejos con pastoreos intensos y logra altos rendimientos de materia seca, estas particularidades positivas que presenta se deben a cinco atributos, estos son: porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior. Esto le permite quedarse con alta cantidad de sustancias de reserva para el rebrote luego de la

defoliación, pero cuando esta especie se enfrenta a manejos severos muy intensos y no adecuados a la estación del año puede ser perjudicada su habilidad competitiva.

Lo más adecuado sería aplicar manejos que permitan a la planta mantener plantas vigorosas que presenten mayor longitud de estolones por área de suelo e incrementos en el diámetro de los mismos, mayor peso individual de las hojas, así como mayor proporción de hojas cosechables (Carámbula, 2002).

Un pastoreo adecuado para el trébol blanco sería un rotativo que ingresa a pastorear cuando tiene 12-20 cm de altura dependiendo de la estación del año, con una intensidad de 4 a 5 cm (García, 1996).

Esta especie se encuentra entre las más importantes en la utilización para pasturas, y es debido entre otros caracteres a su elevado valor nutritivo y su habilidad para fijar cantidades muy elevadas de nitrógeno (31 kg de N/ tt de MS). La alta digestibilidad y su muy buena apetecibilidad caracterizan al trébol blanco y lo hacen superior a cualquier otra leguminosa forrajera, incluso mayor que alfalfa.

Estos atributos son aportados por éste para elevar la calidad de todas las pasturas en las cuales ocupa el rol de leguminosa (Carámbula, 2010a).

La máxima tasa de crecimiento se da en primavera llegando a 43 kg/ha/día MS (Díaz et al., 1996).

La producción de Castro (2012) para el primer año es 7359 kg/ha MS y para el segundo 11900 kg/ha MS.

El trébol blanco incluido en las pasturas tiene un gran beneficio para la ganadería por varios motivos, por un lado el valor de la pasturas con esta especie se ve notoriamente elevado, debido a su mayor contenido energético y de proteína cruda y a que la ingesta voluntaria de estas pasturas por el ganado son superiores debido a incrementos en la palatabilidad, lo que incrementa directamente el rendimiento y la producción ganadera (Veribona 2006). A su vez, presencia de la gramínea no solo puede ser más eficiente para reducir el riesgo de empaste, sino que a la vez éstas aprovecharán mejor el nitrógeno que es fijado por la leguminosa (Carámbula, 2010a).

2.1.3 *Lotus corniculatus*

Una leguminosa, de vida perenne y con ciclo de producción estival, presenta tallos normalmente erectos que salen de la corona, aunque puede variar con el cultivar (Zanoniani y Ducamp, 2004). Presenta una gran resistencia a la sequía y es gracias al sistema radicular pivotante profundo que explora el suelo. Con respecto a su adaptación a suelos, presenta buen desarrollo tanto en suelos arenosos como arcillosos. Posee una mayor persistencia en suelos secos que en húmedos por ser susceptible a enfermedades causadas por hongos en el sistema radicular y la corona (Pereira, 2007).

Es una especie de buen potencial de producción primavera-estivo-otoñal, con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos. Al igual que las praderas mixtas presenta una clara tendencia hacia una estacionalidad más marcada a medida que el cultivo envejece (Carámbula, 2002).

En lo que refiere a su calidad, presenta un elevado valor nutritivo que se ve poco afectado en pleno verano con la madurez (Buxton et al., 1985) y se mantiene con muy buena calidad para ser diferido (Collins, 1982). Otra de las características que posee es que no produce meteorismo, pudiendo ser sembrada como cultivo puro (Pereira, 2007).

Esta especie presenta como limitante el lento crecimiento de sus plántulas y difícil establecimiento, esto hace que sea menos competitiva con plántulas de crecimiento rápido, como pueden ser cereales, forrajeras o malezas y el bajo vigor de sus plántulas origina un establecimiento del cultivo pobre, además de la susceptibilidad que presenta al mal manejo del pastoreo. En lo que respecta a la producción de semillas es afectada por la maduración despareja de las vainas y el proceso generalizado de desgrane de las mismas (Carámbula, 2010a). Otra de las debilidades es la alta susceptibilidad a enfermedades de raíz y corona dado por *Fusarium oxysporum* y *Fusarium solani* (Altier, 1997).

Es una especie que no tiene grandes exigencias en cuanto a requerimientos de suelos. Es sumamente plástica, pudiendo presentar buen desarrollo tanto en suelos arenosos como en los arcillosos; en suelos demasiado húmedos y pesados para la alfalfa o demasiado secos para el trébol blanco y en suelos moderadamente ácidos o alcalinos, aún con bajos porcentajes de fósforo. Sin embargo responde muy bien a la fertilización fosfatada y al encalado (Carámbula, 2010a).

El sistema radicular de esta especie es pivotante, presentando una raíz principal larga de la cual salen numerosas ramificaciones que dan origen a numerosas ramificaciones secundarias, formando un denso y fibrosos sistema radical, adquiriendo de esta forma una buena persistencia en suelos superficiales, pobres y mal drenados (Seaney y Henson, citados por Morales, 1998), a su vez tiene la capacidad de producir nuevos tallos a partir de yemas localizadas en la corona, contribuyendo para la sobrevivencia de la planta en caso de algún tipo de estrés, corte o pastoreo (Grant y Marten, citados por Morales, 1988). En general, el rebrote después de un corte o pastoreo se realiza a partir de yemas localizadas en la axila de las hojas, en conjunto con las yemas de la corona.

En lo que respecta al tipo de pastoreo, es una especia que se beneficia con pastoreos aliviados, con alturas de 20-25 cm antes de ser defoliado, y con remanentes no menores de 7,5cm. A su vez los cultivares erectos deben quedar con más rastrojo que los postrados, debiendo ser los pastoreos rotativos y racionales. La reinstalación de nuevas plantas y rebrotes desde la corona se ve favorecida por un manejo intenso en otoño, que permita la entrada de luz a horizontes más profundos (Zanoniani y Ducamp, 2004). Si se realizan pastoreos más frecuentes e intensos (de 10-12 a 3cm) van a determinar una baja en la producción de forraje y baja longevidad de las plantas (Formoso, 1996). Cuando realizamos manejos más frecuentes obtenemos una mayor utilización del forraje producido, pero a su vez cuando hacemos un manejo menos frecuente e intenso obtenemos una mayor producción de materia seca.

La tasa de crecimiento máxima obtenida se presenta en primavera y es de 31 kg/ha/día MS (Díaz et al., 1996), registrándose una producción para el primer año es 4668 kg/ha MS y para el segundo 5050 kg/ha MS (Castro, 2012).

2.2 UTILIZACIÓN DE MEZCLAS

Población artificial compuesta por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta “asociación artificial” de especies y de las características de cada una en particular, se produce un proceso complejo de interferencias que puede conducir a alguno de los siguientes resultados; mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último falta total de interferencia (Carámbula, 2010a).

Si bien Donald (1963) afirma que no se encuentran evidencias de que las praderas mezclas sean ventajosas para alcanzar mejores rendimientos que los mismos cultivos puros, Jones et al. (1968), Rhodes (1969), Harris y Lazenby (1974) indican que una combinación de especies forrajeras y/o cultivares

debería ser más eficiente para utilizar los recursos ambientales disponibles, que cada especie o cultivar sembrado individualmente. A su vez esto concuerda con lo que afirma Carámbula (2002), quien además agrega que una mezcla en la que aparezcan especies invernales y estivales puede resultar más productiva que mezclas simples estacionales sembradas separadamente.

No cualquier especie puede ser sembrada en cualquier lugar, ni cualquier mezcla tiene buena producción, si no que al momento de la elección de especies a incluir en la mezcla se debe tener en cuenta, la adaptación edáfica de la especie, la zona geográfica donde se va a sembrar, el destino del recurso, duración de la pradera y momento de aprovechamiento, y el sistema de producción.

Por otra parte la competencia entre especies sembradas es independiente de la cercanía entre estas, si el contenido de agua, nutrientes, luz y calor supera las necesidades de ambas, no ocurriendo competencia, hasta que uno de los factores decaiga por debajo de la demanda combinada (Santiñaque, 1979).

En cuanto a la dinámica de las especies en las mezclas se ha observado que la mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa, esto se debe a que es más fácil establecer las leguminosas que gramíneas. Este hecho es precisamente el que determina los rendimientos más elevados de materia seca al segundo y tercer año promoviendo las producciones animales más altas en la vida de la pastura, aunque con serios riesgos de meteorismo. Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene su aspecto positivo, también es cierto que conduce a pasturas de baja persistencia, dado que una vez incrementado el nivel de nitrógeno del suelo, la invasión de especies mejor adaptadas pero menos productivas termina dominando las praderas (Carámbula, 1991). Pero por otro lado, Carámbula y Santiñaque (1981) agregan que una pastura mezcla integrada por especies gramíneas y leguminosas no solo debe tener como objetivos producir altos rendimientos de materia seca distribuidos uniformemente durante el año con un elevado valor nutritivo durante varios años. Sino que también permite tener los menores riesgos de enmalezamiento, la cual es una variable importante que pone en riesgo la durabilidad de la pastura.

El pastoreo afecta mucho la rapidez y eficiencia con que se realice el crecimiento de los sistemas radiculares, será tanto menor cuanto más maltratadas hayan sido las plantas por sobrepastoreos sobre todo en invierno. En esas circunstancias no solamente se impedirá la acumulación de reservas en los órganos más perecederos de las plantas, sino que el sobrepastoreo

altera también el microambiente debido a la acción física del pisoteo sobre la parte aérea de las mismas (magullado y enterrado) y sobre la parte subterránea (compactación, falta de aireación y menor infiltración del agua) (Carámbula, 2002).

A continuación se mencionan las principales especies disponibles para formar mezclas en Uruguay, separando por componente gramínea o componente leguminosa y particularidades de cada componente (Santiñaque, 1979).

Con respecto a las gramíneas aporta que su importancia radica en que constituye el volumen más importante de forraje, se dividen en invernales y estivales. Dentro de las estivales, propone al *Paspalum dilatatum*, especie que asociada con otras invernales sería capaz de aprovechar el potencial productivo de los suelos durante el verano. Como gramíneas invernales propone las especies más comúnmente usadas en el país, *Festuca arundinacea*, *Phalaris tuberosa*, entre otras. Tienen un comportamiento que se determina en dos periodos productivos, primavera y otoño y un periodo invernal donde se observa una disminución en la producción de forraje y finalmente un reposo total o casi total durante el verano según sean las condiciones climáticas. Por otra parte haciendo referencia al segundo componente se las clasifica a las leguminosas como “dadoras” de nitrógeno al componente gramíneo asociado y como responsables de incrementar el valor nutritivo del forraje. Recomendando el uso de leguminosas templadas de crecimiento estival, como *Medicago sativa* y *Lotus corniculatus.*

Carámbula (2010a), propone una clasificación de las mezclas las cuales pueden ser ultra simple, mezclas simples y mezclas complejas.

Las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa, ambas de ciclo invernal o ambas de ciclo estival (Carámbula, 2010a).

Las mezclas simples están formadas por mezclas ultra simples más una gramínea o leguminosa de ciclo complementario (Carámbula, 2010a). Según Langer (1981), utilizando mezclas simples de especies compatibles el potencial de crecimiento individual es alcanzado con mayor facilidad, por reducción de la competencia inter-especifica, y por lo tanto, el manejo es más fácil.

Por ultimo las mezclas complejas la forman gramíneas y leguminosas del mismo ciclo (ciclo similares) o por dos gramíneas y dos leguminosas de diferente ciclos (ciclos complementarios) (Carámbula, 2010a), como ejemplo de esta mezcla y para el primer caso festuca-falaris-trébol blanco-trébol rojo y para

el segundo lotus-paspalum-festuca-trébol blanco. Por último, Langer (1981), agrega que en la práctica, las mezclas complejas son de difícil establecimiento y manejo. Es virtualmente imposible proveer condiciones de establecimiento y manejo óptimo para todas las especies por lo que algunas desaparecen pronto.

Formoso (2010), dice que a medida que se aumenta el número de especies en la mezcla, las contribuciones individuales de cada componente se ven disminuidas, sin embargo, las especies deprimidas en uno o dos periodos del año pasan a ser dominantes en otros, teniendo ventajas comparativas de crecimiento, estas complementaciones posibilitan aumentar los rendimientos globales de las asociaciones.

La asociación en las pasturas de trébol blanco y lotus se traduce en una mezcla de gran adaptación a distintas condiciones climáticas, diferentes tipos de suelos dentro de cada potrero y a manejos de defoliación bastante indefinidos, por lo cual muestran siempre aceptable comportamiento y amplia versatilidad. Estas particularidades le permiten ofrecer una mayor seguridad de oferta de forraje durante un período muy amplio de tiempo, dado que ambas especies presentan ciclos complementarios. A su vez el consumo de lotus disminuye las posibilidades de que se produzcan problemas de meteorismo. Se debe tener en cuenta además las temperaturas óptimas de crecimiento de cada especie, como forma de lograr una distribución de forraje homogénea en las distintas estaciones. Siendo entre 15 y 20ºC la temperatura óptima de crecimiento para las especies templadas, y de 30 a 35ºC para las tropicales (Carámbula, 2008a). Por otro lado Langer (1981) sostiene que la temperatura óptima para especies templadas es 20ºC y 25ºC, por lo tanto se manejó como optimo 20ºC.

Concluyendo lo planteado, morfologías distintas en la parte aérea y subterránea, ciclos diferentes de las especies donde son capaces de desarrollar tasas máximas de crecimiento, capacidad diferencial de producir en situaciones donde ocurren distintos estreses abióticos (bajas y altas temperaturas, déficit y excesos de agua) posibilitan un mejor aprovechamiento de los recursos del ambiente sin que ocurran interferencias muy intensas, lo que explica los mayores rendimientos de las mezclas (Formoso, 2011).

Se ha concluido que los animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo que cuando los mismos se encuentran pastoreando en siembras puras, mostrando una mayor apetecibilidad por el forraje. A su vez se evitan problemas nutricionales y fisiológicos: meteorismo (leguminosas puras) e hipo-magnesemia y toxicidad por nitratos (gramíneas puras). Un alto porcentaje de leguminosas uniformiza la materia seca digestible a lo largo de un lapso más

amplio, estimulando de esta manera las producciones animales (Herriott, citado por Carámbula, 1977).

Carámbula (2010a), ha encontrado una serie de ventajas en las mezclas forrajeras las cuales permiten:

- Compensar variaciones de suelo, clima y manejo.
- Alargar el período de producción con una variación interanual menor.
- Utilizar de manera más flexible el forraje producido.
- Entregar el forraje de manera más uniforme a lo largo del año.
- Presentar niveles altos de materia orgánica digestible (MOD) por períodos más prolongados.
- Proveer una ración más balanceada para las distintas producciones animales según sea ajustada la proporción de gramíneas y leguminosas.
- Favorecer un mayor consumo por parte de los animales.
- Impedir en los animales, la aparición de problemas nutricionales y fisiológicos.

Al respecto, debemos saber que cuanta más cantidad de especies contiene una mezcla, tanto más difícil es mantener el balance deseable entre sus componentes. Diferentes condiciones de suelo, fertilidad y pastoreo llevan indefectiblemente a la dominancia de ciertas especies en detrimento de otras, con la consecuencia lógica final del desarrollo de mezclas simples o cultivos puros (Carámbula, 2010a).

2.3 MANEJO DE LA PASTURA

2.3.1 Manejo del índice de área foliar (IAF)

Se alcanza el IAF óptimo de una pastura en el punto donde el crecimiento es máximo y a su vez a partir del cual comienza el decrecimiento (Brown y Blaser, citados por Carámbula, 1977). Este decrecimiento ocurre a partir de descomposición y perdida de material (Carámbula, 1977).

Para poder lograr un buen manejo de la pastura es necesario conocer y manejar adecuadamente el IAF, este es la relación entre el área de hojas y el área cubierta de suelo por ellas, expresa la densidad de hojas de una pastura (Watson, citado por Carámbula, 1977), este es el indicador más preciso de la productividad de la pastura, como también del comportamiento ingestivo de los animales bajo pastoreo (Holmes, citado por Acle y Clement, 2004).

Para lograr una buena cosecha y de buena calidad la estrategia debe estar orientada a cosechar el material vegetal antes que se produzca el envejecimiento y muerte de la primera hoja totalmente expandida que apareció con posterioridad a la defoliación precedente (Agnusdei et al., 1998).

Las gramíneas pueden interceptar casi la totalidad de la radiación incidente (95%) entre un IAF de 6 a 9, ya que presentan hojas semi-erectas y requieren índices más elevados, mientras que las leguminosas templadas lo harán a un rango de IAF de 2,5 a 4 por disponer sus hojas de forma horizontal (Pearson e Ison, citados por Carlevaro y Carrizo, 2004).

Si comparamos leguminosas y gramíneas a igual área foliar remanente, debido a la disposición de sus hojas, las primeras (trébol blanco) interceptan más luz que las gramíneas (raigrás) y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Esto hace necesario un manejo y tiempos de descanso diferentes, en este caso las gramíneas erectas y especies postradas logran mayor producción con más tiempo de descanso (manejos aliviados) en comparación con las leguminosas. No solo es importante la cantidad remanente de hojas, sino también la eficiencia de las mismas, es decir, el tipo y su estado (Carámbula, 1977).

Por otro lado área foliar y las sustancias de reserva afectan el comportamiento de las diferentes especies, ambas están muy relacionadas entre sí ya que la acumulación de sustancias de reservas depende del proceso de fotosíntesis y éste a su vez del área foliar de las plantas (Carámbula, 2004).

Cuando la defoliación es muy intensa, las plantas quedan con un área foliar insuficiente para cubrir las necesidades de crecimiento y mantenimiento, para esto deben recurrir a los carbohidratos disponibles solubles no estructurales (Escuder, citado por Cangiano, 1996).

2.3.2 Manejo de la pastura estivo otoñal

Si bien todas las especies requieren un manejo apropiado, existen recomendaciones generales que se deben considerar en el manejo de cualquier pradera.

Verano y otoño son consideradas como las épocas en que las praderas necesitan ser manejadas con la máxima precisión, ya que la forma en que hayan sido tratadas en estas dos estaciones va a influir en el comportamiento de ellas durante todo el año. En estos dichos periodos, todos los esfuerzos están dirigidos a lograr una alta población de plantas vigorosas, lo cual se alcanzará a través de pastoreos muy controlados. Siempre se tratará de que las

plantas retengan normalmente áreas foliares adecuadas que permitan que los procesos de fotosíntesis, acumulación de sustancias de reserva y actividad radicular, se realicen con la mayor eficiencia. En caso de que se logren estos objetivos, se podrá hacer un uso intensivo de las praderas.

2.3.2.1 Verano

Llegado el verano, las praderas deben ser pastoreadas con la máxima prudencia y deberán presentar siempre áreas foliares importantes. Presentar una buena cobertura de suelo y buenos sistemas radiculares será la consigna vigente al iniciarse el período estival. Esto permitirá realizar un uso más apropiado de la luz, que en esta época ofrece una gran potencialidad para producir forraje, así como un control y uso más eficiente del agua, lo que a su vez favorece a una mayor accesibilidad a los nutrientes, sobre todo al nitrógeno de las capas superiores. Por último se podrán mantener menores temperaturas e intensidades de luz a nivel del suelo, con lo que se impedirán reacciones desfavorables por parte de los puntos de crecimiento.

Especies como festuca, trébol blanco, y trébol rojo, pueden llegar a producir volúmenes discretos de forraje siempre que dispongan de cantidades apreciables de agua y de temperaturas que no sean excesivamente altas, ya que en caso contrario entran en reposo.

Durante esta época critica, es normal la aparición de periodos con carencias más o menos acentuadas de humedad que podrán ser sobrellevadas por las plantas, siempre que estas hayan podido desarrollar sistemas radiculares amplios durante su ciclo vegetativo (desde fines de invierno a principios de primavera) y que permanezcan con áreas foliares remanentes altas luego de cada pastoreo. Ello les permitirá una mayor accesibilidad a las bajas disponibilidades de agua de esa época.

Resumiendo, en verano se podrán realizar pastoreos en forma controlada, tratando de mantener en plena actividad y con gran eficiencia las áreas foliares producidas en esta época. Esto permitirá sobrellevar la deficiencia de agua y disponer eventualmente de cantidades discretas de forraje.

Un pastoreo exagerado en dicha época provoca serios inconvenientes en los rebrotes y producción de forraje durante otoño e invierno (Carámbula, 1977).

2.3.2.2 Otoño

Un correcto manejo en el otoño será ampliamente compensado cuando llegue la época crítica invernal, en el cual es el momento de exigir a las praderas una alta producción. Un pastoreo otoñal exagerado y continuo puede hacer peligrar el rendimiento futuro de la pradera por debilitamiento y muerte de plantas. Este debilitamiento ocurre cuando por excesiva defoliación se elimina gran parte del tejido fotosintéticamente activo y por lo cual se estaría impidiendo a las plantas acumular reservas. Bajo estas condiciones las pasturas no solo no aumentan su población de macollas desaprovechándose las condiciones climáticas del otoño que son muy apropiadas para el macollaje, sino que además las macollas existentes sufrirán en mayor grado la crudeza del invierno.

Si bien un pastoreo exagerado en el otoño puede hacer peligrar el rendimiento total del cultivo, un pastoreo muy aliviado y conservador puede llevar también a un desperdicio de forraje y muerte de macollas. Si dejamos que el forraje crezca en exceso en el otoño, la cobertura vegetal reduce la cantidad de luz recibida por los puntos de crecimiento y primeras hojas de las macollas nuevas, lo que no solo produce macollas débiles y de bajo rendimiento sino también una reducción notoria en el proceso de macollaje.

Por otra parte en cultivos densos, si se deja crecer demasiado el forraje, las raíces generalmente se forman en las capas superficiales del suelo con las consiguientes desventajas por su exposición al pisoteo y a eventuales sequias.

En esta estación se manifiestan las mayores ventajas de los pastoreos livianos y controlados, sin embargo, en pasturas vigorosas es posible realizar pastoreos livianos e intensos alternados, para favorecer un buen macollaje a la vez que efectuar un mejor aprovechamiento del forraje producido en esta estación.

En el caso de praderas que han sido manejadas en forma racional durante el verano, puede ser recomendable efectuar a principios de otoño un pastoreo intenso y de corta duración, con la finalidad de reducir la competencia entre especies y poder favorecer aquellas de ciclo invernal. Este manejo es particularmente importante para promover la germinación y primer crecimiento de las especies anuales y también de aquellas perennes que se adaptan a la resiembra natural como trébol blanco y lotus.

2.4 CAMBIOS EN LA ESTRUCTURA DEL TAPIZ DE LAS PRADERAS SEGÚN EDAD Y ESTACIÓN DEL AÑO

2.4.1 Edad de la pastura

A medida que aumenta la edad de la pastura, se da una marcada diferencia en la estructura. En las pasturas más viejas presentan mayor densidad en el estrato inferior (0-5 cm), así como mayor porcentaje de materia seca y por lo tanto una menor digestibilidad. En estratos superiores (mayores a 5 cm), no se encuentran grandes diferencias entre pasturas de distintas edades, pero de todos modos la biomasa total si es muy diferente (García, 1995).

Según García (1995), estas variaciones debido a la edad de la pastura pueden explicarse teniendo en cuenta los cambios de balance de gramínea: leguminosa que se producen en el tiempo. El aumento de la fracción gramínea en la mezcla (la cual tiene menor digestibilidad) trae como consecuencia un aumento de la concentración de forraje en los horizontes inferiores, especialmente en el período invernal.

Otro de los factores que también contribuye a que se genere una mayor concentración de forraje en el estrato inferior es la presencia de material muerto que se aprecia en las praderas en forma creciente al avanzar la edad, otro cambio que se da estacionalmente es el aumento del porcentaje de materia seca en los meses estivales y disminución en la digestibilidad, acentuándose la diferencia entre el estrato inferior y el resto del perfil (García, 1995).

2.5 EFECTOS DEL PASTOREO

2.5.1 Introducción

Según Formoso (1996), se debe manejar la pastura cultivada teniendo como objetivo la obtención del máximo crecimiento y utilización de forraje de alta calidad para consumo animal y lograr mantener las pasturas vigorosas, persistentes y estables a largo plazo. Esto implica la combinación exitosa de dos sistemas biológicos diferentes, pero interdependientes, con el fin de obtener el mejor uso del forraje producido sin perjudicar la producción de la pastura (Smetham, 1981).

Para optimizar la cantidad de forraje recolectado por el animal se requiere conseguir una tasa de acumulación de forraje verde alta y maximizar la eficiencia de utilización del forraje minimizando las pérdidas del mismo (Smetham, 1973).

Un buen manejo de la pastura se logra teniendo en cuenta las características de cada especie que la compone, los cambios morfofisiologicos que presentan las especies en su ciclo de vida y las variaciones climáticas (Carámbula, 2010b). Logrando mantener las condiciones ideales para que la pastura produzca el máximo forraje posible favoreciendo el mejor comportamiento animal (Carámbula, 2004).

El pastoreo provoca cambios en la composición botánica que puede afectar la cantidad, calidad y estacionalidad de la producción de la pastura y por lo tanto la producción animal (Cangiano, 1997).

2.5.2 Defoliación

La defoliación consiste en la remoción de parte de los órganos aéreos de las plantas, y es caracterizada primariamente por la intensidad y frecuencia de pastoreo (Gastal et al., 2004).

Está definida por la frecuencia, intensidad, uniformidad y duración del pastoreo en relación a las fases de desarrollo de la pastura (Harris, 1978).

La defoliación afecta los parámetros morfogenéticos que determinan el tamaño y la densidad de macollas, dependiendo de su frecuencia e intensidad, a través de procesos fisiológicos y ambientales, directos e indirectos (Gastal et al., 2004).

2.5.3 Parámetros que definen el pastoreo

2.5.3.1 Intensidad

Intensidad se refiere a la altura del rastrojo a la salida del pastoreo (área foliar remanente), afectando el rendimiento de cada defoliación y el rebrote, y por lo tanto la producción total de la pastura. A mayor intensidad, mayor es el forraje cosechado, pero menor es el área foliar remanente, disminuyendo la producción de forraje en el siguiente pastoreo (Carámbula, 2004).

Cada especie se adapta a una determinada intensidad de pastoreo, dependiendo principalmente del porte, según Carámbula (2004), las especies postradas pueden ser pastoreadas hasta 2,5 cm, mientras que las erectas soportan pastoreos menos intensos entre 5 y 7,5 cm. No respetando estas intensidades, se puede afectar a una determinada especie, causando su disminución en la pastura.

No solo es importante la cantidad remanente de hojas, sino también la eficiencia de las mismas, es decir, el tipo y su estado, ya que de estas depende el posterior crecimiento de la pastura (Carámbula, 1977).

Cuando las plantas quedan con un área foliar insuficiente para cubrir las necesidades de crecimiento y mantenimiento, deben recurrir a los carbohidratos de reserva (Escuder, citado por Cangiano, 1996).

Pero cuando el rastrojo remanente es demasiado alto, también se obtienen rendimientos menores, ya que el rastrojo está formado por hojas más viejas con menor eficiencia fotosintética, además estas hojas van a senescer antes que el próximo pastoreo, ocasionando pérdidas de materia seca, además de sombrear las hojas verdes, reduciendo la tasa de rebrote y la iniciación de macollos (Smethan, 1981).

2.5.3.2 Frecuencia

La frecuencia de defoliación es el intervalo entre dos períodos sucesivos de pastoreo (Pineiro y Harris, 1978).

Cuanto mayor sea la frecuencia de pastoreo menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos, y por lo tanto menor será la producción de forraje de cada una de ellas (Carámbula, 2004).

Los efectos de un mismo manejo de defoliación varían con la estación del año y con las características morfofisiológicas de cada especie (Formoso, 1996). A igual área foliar remanente, debido a la disposición de sus hojas, el trébol blanco intercepta más luz que las gramíneas y en consecuencia se recupera más fácilmente. Las gramíneas erectas tienen, por tanto, mayor producción con más tiempo de descanso (menos frecuentes) que las leguminosas y especies postradas (Carámbula, 1977).

Hay distintas formas de determinar la frecuencia de pastoreo, según Hodgson (1990) el indicador más útil es la altura de la pastura al momento de comenzar el pastoreo; reafirmado por Mazzanti y Lemaire (1994) cuando las pasturas están bajo pastoreo continuo y estable, y cuando las diferencias en características como el área foliar, densidad de hojas y estructura del tapiz están altamente correlacionados con diferencias en la altura.

El intervalo entre pastoreos también se puede determinar por el momento del ciclo del rebrote en que se encuentra, según el número de hojas por macolla (Fulkerson y Slack, 1995).

2.5.4 Dinámica del crecimiento de gramíneas y leguminosas

El desarrollo vegetativo de las leguminosas está dado por el crecimiento alternado de hojas en el tallo inicial, y de tallos secundarios nacidos desde los meristemos axilares de las hojas (Carámbula, 2002). En este tipo de plantas, los tallos crecen en función de un meristema apical localizado en la parte terminal de los mismos (Cangiano, 1997).

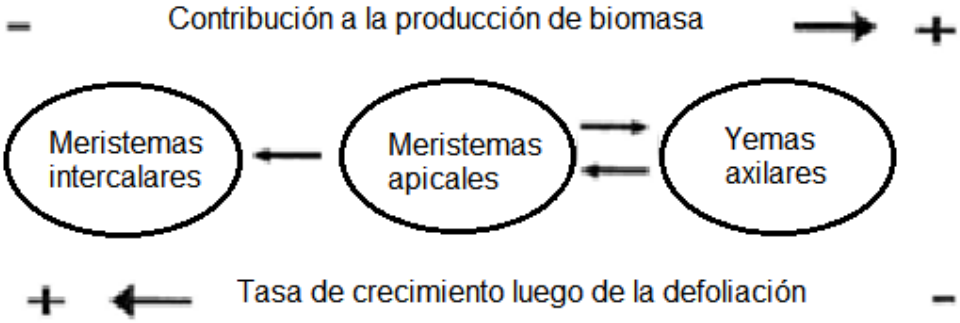
En las leguminosas de tallos erectos, los meristemas apicales están por encima de la altura de defoliación, debido a la rápida elongación de tallos. Por ésta razón el rebrote se origina principalmente de las yemas de la corona. En el caso de las leguminosas estoloníferas, los meristemas de crecimiento se encuentran siempre próximas al suelo, por debajo del nivel de pastoreo. Por lo tanto, las yemas no son normalmente dañadas por la defoliación (Cangiano, 1997).

En las gramíneas, durante la etapa de desarrollo vegetativo dominan fundamentalmente el proceso de formación de hojas y el macollaje. Se forman nuevas plantas o macollos, a partir de las yemas que se encuentran en las axilas de las hojas, éstos a su vez forman nuevas hojas con yemas axilares que darán origen a nuevos macollos; a este proceso que se repite, se le llama macollaje (Carámbula, 2002).

Gracias a la estructura y hábito de crecimiento que presentan las gramíneas, se adaptan muy bien al pastoreo. La principal característica morfológica es la posición del ápice del tallo, que se encuentra próxima a la superficie del suelo, escapando de la defoliación. De ésta forma el proceso de formación de las hojas no se interrumpe y después de cada defoliación aparecen hojas nuevas por encima de los restos de aquellas que fueron cortadas (Langer, 1981).

Después de la defoliación, la mayor prioridad apunta a recuperar el área foliar perdida utilizando eficientemente la energía remanente post-defoliación, a los efectos de reestablecer lo más rápidamente posible un balance positivo de fijación de energía (Chapín et al., 1987). Dependiendo de los meristemas remanentes y la disponibilidad de asimilados en el área foliar remanente y/o reservas. Los macollos parentales tienen mayor prioridad que la macollas hijas en una situación de stress (Donaghy y Fulkerson, 1998). Luego de la reposición del área foliar, se reinicia el crecimiento radicular y en tercer lugar la aparición de nuevos macollos.

Figura No. 1. Meristemas remanentes en gramíneas



Fuente: Briske (1991).

La ubicación de sustancias de reservas difiere según la especie, en festuca, se ubica en rizomas cortos, raíces y bases de vainas, en lotus, en base de tallos y raíces, mientras que en trébol blanco se ubican en estolones, peciolos y raíces.

La principal fuente de reservas en leguminosas está relacionado con el porte de las mismas, en el caso de las postradas (trébol blanco) tiene mayor importancia el área foliar remanente que las reservas, mientras que las de habito medio a erecto (lotus) la mayor importancia la tienen las sustancias de reserva.

2.5.5 Efecto del pastoreo en la pastura

El pastoreo produce efectos en la pastura a corto y largo plazo. En el corto plazo se producen respuestas fisiológicas asociadas a la pérdida de parte aérea fotosintética, que consisten en la recuperación del área foliar perdida. Y en el largo plazo se producen cambios a nivel morfológico, adaptando la arquitectura de la planta para escapar del pastoreo (Briske, 1996).

Según Lemaire (1997) se puede observar además un cierto nivel de tolerancia a las defoliaciones, que se refiere a procesos fisiológicos que permiten a la pastura aumentar su crecimiento luego de la defoliación a pesar de la pérdida de tejido fotosintético.

2.5.5.1 Efectos sobre el rebrote

El rebrote depende de la interacción entre el área foliar remanente, la disponibilidad de puntos de crecimiento y de las reservas de carbohidratos de la planta. Cuando una pastura es defoliada se reduce el área foliar pero pueden quedar intactos los puntos de crecimiento, dependiendo del porte de las especies y la intensidad del pastoreo, en este caso el nuevo crecimiento

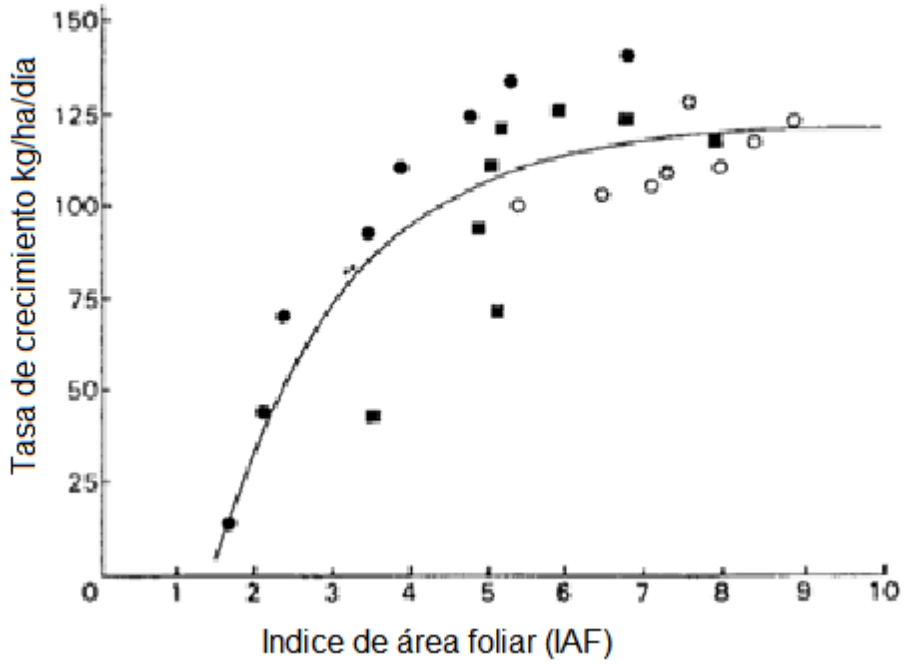
dependerá básicamente del desarrollo de las hojas en formación y del nivel de sustancias de reserva. Pero cuando la defoliación es muy intensa y son eliminados gran parte de los puntos de crecimiento vegetativos, el rebrote dependerá fundamentalmente de la formación de nuevas macollas; provocando un atraso y disminución en el rebrote (Carámbula, 1977).

Las sustancias de reserva, se elaboran en las plantas a partir de la fotosíntesis y se almacenan en raíces, rizomas, estolones y bases de macollos como carbohidratos (Millot et al., 1987).

El área foliar remanente compuesto principalmente por las vainas foliares de las gramíneas y los tallos de las leguminosas, pueden actuar en la misma capacidad que las hojas para contribuir en el rebrote si están verdes, teniendo capacidad de fotosintetizar (Langer, 1981).

Según Brougham (1956), cuanto más intensa sea defoliada una pastura, mayor será el período transcurrido antes de que ésta alcance el IAF crítico. Y el rebrote va a depender de mayor medida de los carbohidratos de reserva disponibles.

Figura No. 2. Importancia del área foliar remanente en TC posterior



Fuente: Broughman (1956).

Es importante tener en cuenta que las leguminosas y gramíneas postradas interceptan más luz que las gramíneas cespitosas debido a la disposición de sus hojas, por lo tanto con menos hojas captan más luz y realizan más fotosíntesis. Teniendo rebrotes muy rápidos, y alcanzando el IAF óptimo antes (Carámbula, 2002).

2.5.5.2 Efectos sobre la producción de MS

La máxima producción de una pastura no se obtiene cuando se la permite crecer en forma ininterrumpida; sino que ésta aumenta hasta cierto punto y luego se mantiene o incluso puede disminuir, si no se la pastorea, según Langer (1981).

Es importante someter a la pastura a un pastoreo intenso dejando un mínimo de rastrojo, y preservando al mismo tiempo un alivio prolongado entre períodos de pastoreo. De esta forma removemos el material más viejo y senescente, que es menos eficiente fotosintéticamente, pero permitimos que la pastura se recupere y logre altas tasas de crecimiento (Langer, 1981).

El mayor rendimiento total de una pastura se obtiene si se aprovechan al máximo las ventajas que ofrecen las entregas de forraje en la etapa de crecimiento intermedio, para lo cual la pastura debe ser mantenida, como regla general, en el tramo de rebrote rápido (Carámbula, 2004).

Langer (1981), afirma que para obtenerse los máximos rendimientos de forraje, se debe permitir a las pasturas crecer, repetidamente, en forma ininterrumpida y cosechando antes de que la velocidad de acumulación de materia seca disminuya o se detenga. De esta forma se lograría que la pastura crezca a una tasa máxima por el mayor tiempo posible.

Por otra parte se ha demostrado también que pastoreos intensos y frecuentes en forma continuada reduce la producción total de materia seca. Ya que la pradera no alcanza a desarrollar la cantidad de hojas necesarias para alcanzar una tasa de crecimiento máxima, ni para acumular un nivel adecuado de reservas de carbohidratos. Por otro lado la cantidad del remanente es insuficiente para lograr un buen rebrote. Con este manejo, se obtiene una baja tasa de crecimiento promedio, limitando la producción neta de la pradera (Parga y Nolberto, 2006).

Según Heitschmidt (1984) la producción de plantas de porte erecto, como el *Lotus corniculatus*, así como su persistencia, aumentan proporcionalmente con el largo de los períodos de descanso, generando

mayores producciones de forraje por hectárea en pastoreos rotativos, al ser comparados con continuos.

2.5.5.3. Efectos sobre la utilización del forraje

La eficiencia de utilización según Hodgson (1990), es la relación entre el forraje consumido por los animales y el forraje producido por la pastura.

La utilización depende del manejo del pastoreo, principalmente de la frecuencia y severidad de la defoliación. Si los pastoreos son aliviados y con baja intensidad, hay un mayor porcentaje de forraje verde que se pierde por la senescencia, y por lo tanto no es consumido, bajando la eficiencia de utilización. El manejo del pastoreo interactúa con las características estructurales de la pastura, haciéndola más o menos accesible (Chapman y Lemaire, 1993).

A IAF altos, además de bajar la productividad neta, baja también la utilización del forraje, debido a la disminución en el consumo, causada por el aumento de material senescente (Gastal et al., 2004).

La utilización que se haga del forraje dependerá de la accesibilidad, del tipo de pastura, de la calidad, del método de pastoreo, de la estación del año, entre otros. La pérdida de hojas por pisoteo, la muerte de hojas, el arrancado de plantas, las deyecciones, la presencia de malezas de alto porte, va a incidir en el porcentaje de utilización de la pastura (Irigoyen, 2009).

Según Leborgne (2008) la utilización de forraje promedio de una pradera en otoño-invierno es de 70%, mientras que en primavera-verano es de 60%. Se consideran valores menores para primavera, debido al gran volumen de forraje producido y descenso de digestibilidad que ocurre al final de la estación, por el pasaje a estado reproductivo. En verano también se considera menor para evitar pastoreos intensivos, que perjudicarían la producción futura y la persistencia de la pastura.

2.5.5.4 Efectos sobre la morfología y estructura

Según Grant et al. (1981), la tasa de macollaje aumenta con la intensidad de defoliación, aumentando el número de macollas por metro cuadrado de la pastura. El aumento en la tasa de macollaje se da debido a un uso más intenso y frecuente de la pastura en consecuencia de un cambio en el ambiente que rodea a la planta, provocado por el corte de plantas vecinas. Generándose un ambiente lumínico favorable (mayor relación R/RL) para la aparición de macollos (Brancato et al., 2004).

Simon y Lemaire (1987), reafirman lo anterior, ya que cuando IAF es bajo, se logran las mayores tasas de aparición de macollos, disminuyendo ésta al aumentar el IAF, hasta llegar a detenerse.

En trébol blanco a medida que aumenta la frecuencia de pastoreo, hay una tendencia a destinar una mayor cantidad de recursos a los estolones que a las hojas (Olmos, 2004). Se registra un área foliar reducida, un menor largo de pecíolo y un menor largo de entrenudo cuando se disminuye la altura de corte.

2.5.5.5 Efectos sobre la persistencia

Según Carámbula (2004), la población de plantas comienza a disminuir después del primer año, mientras que la producción alcanza un máximo en el segundo y tercer año; luego comienza a decaer la producción de la pastura, despareciendo especies de valor forrajero, siendo sustituidas por especies de menor valor, o por malezas. La velocidad de éste proceso va a depender de un conjunto de factores, entre ellos el manejo del pastoreo.

Un manejo adecuado del pastoreo debería permitir un acercamiento lo mejor posible a pasturas estables, ya que la mayor parte del descenso de la productividad y deterioro de las pasturas está explicado por los manejos incorrectos (Carámbula, 2004).

Según Hughes y Jackson (1974), pastoreos muy severos o muy livianos afectan la persistencia de una pastura de diversas maneras. Ya que una combinación de intensidad y frecuencia inadecuadas, afectaría la sobrevivencia de las unidades de crecimiento, como las macollas, tallos, estolones y rizomas.

Además del manejo del pastoreo mencionado anteriormente, hay factores asociados al mismo, que afectan a la pastura; como el pisoteo, el pastoreo selectivo y traslado de fertilidad (Carámbula, 2004).

Si la defoliación se realiza de acuerdo con las recomendaciones para cada especie y momento, no habría inconvenientes con la persistencia (Hay y Hunt, 1989).

El manejo está fuertemente relacionado con las condiciones ambientales, cuando las éstas condiciones son desfavorables, el ajuste del pastoreo toma aún más importancia (Carámbula, 2004).

En el caso de especies perennes como la festuca, la persistencia se favorece con manejos que permitan lograr un activo macollaje.

La mayoría de las leguminosas en esta región se comportan como anuales o de vida corta, y por lo tanto es importante dejarlas semillar, para asegurar su persistencia (Carámbula, 2004).

2.5.5.6 Efectos sobre la composición botánica

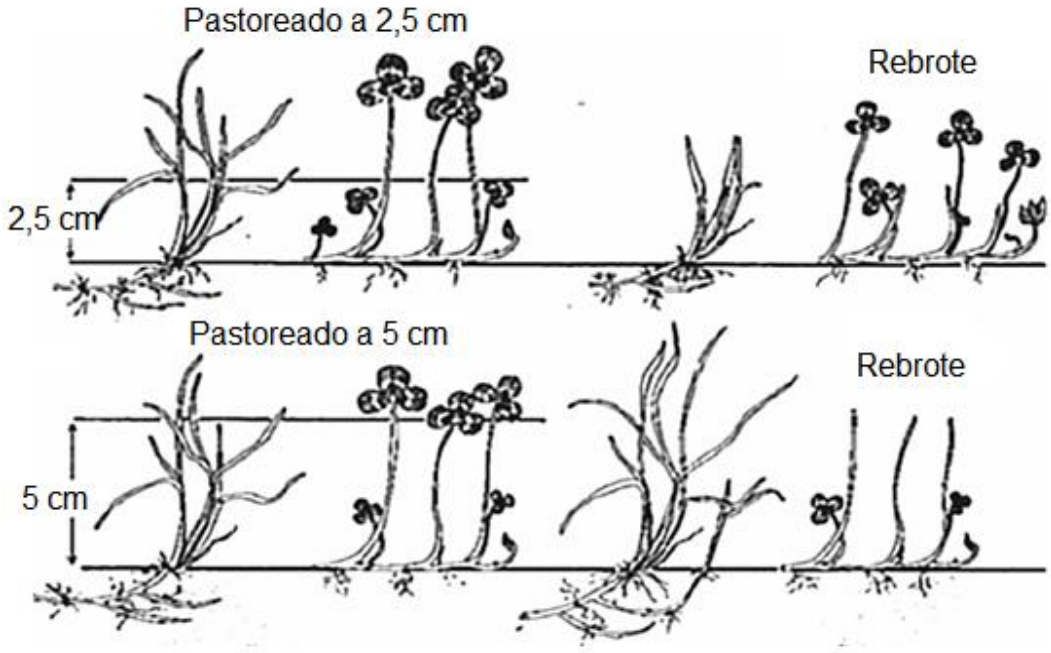
En general los primeros años de vida las pasturas están dominadas por las leguminosas, luego éstas se van perdiendo y la pastura es dominada por las gramíneas (Carámbula, 2004).

El balance entre gramíneas y leguminosas puede ser logrado por distintas prácticas, entre las más importantes, la fertilización y el manejo del pastoreo.

Según Heitschmidt (1984), existe un efecto directo de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la composición botánica de la pastura, al tener efectos, sobre la morfología de las especies. Con pastoreos más intensos se favorecen las especies que mejor escapan a la defoliación, como las de porte postrado y estoloníferas.

Se debe encontrar un equilibrio entre gramíneas y leguminosas, al aumentar la proporción de gramíneas, baja la calidad de la pastura, disminuyendo las ganancias animales. Si aumentan las leguminosas, aumentan las ganancias animales, pero a su vez, podemos tener mayores problemas por meteorismo. Con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con áreas foliares pequeñas absorben más energía que las gramíneas, en general estas últimas ven estimulado su crecimiento en defoliaciones menos frecuentes (Carámbula, 2004).

Figura No. 3. Efectos de diferentes intensidades en el rebrote de las especies, afectando la composición de la mezcla.



Fuente: Blaiser, citado por Carámbula (1978).

Cortes efectuados con diferentes frecuencias pueden generar que una misma mezcla, presente composiciones florísticas completamente diferentes (Voisin, 1962).

Pastoreos menos frecuentes provocan una caída en la proporción de trébol blanco. Sino que es favorecido por cortes más frecuentes e intensos (Blackmann 1938, Hedrick 1964, entre otros).

2.5.5.7 Efectos sobre la calidad

Para asegurar una elevada calidad de la pastura, debemos conseguir a través del manejo, una entrega alta de material verde, con bajo porcentaje de material muerto y un adecuado porcentaje de leguminosas.

Las leguminosas presentan un mayor valor nutritivo que las gramíneas, dado que poseen una menor concentración de pared celular, con mayor digestibilidad y por lo tanto un mayor tasa de pasaje y consumo (Carámbula, 2004).

La caída en digestibilidad en especies como la festuca, no sometidas a pastoreos, comienza antes de la floración, mientras que con pastoreos frecuentes se mantiene la digestibilidad a un nivel elevado (Smetham, 1981).

A medida que las especies pasan de estado vegetativo a reproductivo, disminuyen su valor nutritivo (Carámbula, 1997). Siendo de menor intensidad, ésta caída en valor nutritivo, en las leguminosas.

La relación hoja/tallo, es elevada cuando los cortes son frecuentes, teniendo mayores niveles de proteína y extracto etéreo, y menores niveles de fibra cruda, según Langer (1981).

A su vez afirma, que pastoreos poco frecuentes e intensos proporcionan mayores rendimientos de forraje, pero de menor calidad, mientras que con cortes más frecuentes y menos intensos, se consiguen menores rendimientos, pero de mayor calidad.

En pastoreos con baja asignación de forraje, los animales tienen mayor selectividad, hacia las especies de mayor palatabilidad, causando una mayor presión de pastoreo hacia estas especies; disminuyendo su presencia en la pastura, y por tanto causando una disminución en la calidad.

2.6 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.6.1 Introducción

La calidad y cantidad del forraje producido por la pastura va a determinar el producto animal generado a partir de ella, así como de la forma o eficiencia de utilización del mismo, esto a su vez se encuentra influenciado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1964).

El nivel de consumo animal se ve muy afectado por el manejo que se le realice a la pastura. La forma en que se utiliza el crecimiento de los pastos por parte de los animales, en gran medida está determinada por el nivel de consumo que exijan los animales. Si queremos incrementar el consumo individual debemos disminuir la dotación, pero esto traerá aparejado una disminución en la producción por hectárea. Por otro lado, para lograr una máxima utilización de forraje por unidad de área se logra a través de una mayor dotación, pero esto trae aparejado que el consumo por animal se verá seriamente disminuido, que incluso puede no llegar a llenar las simples necesidades de mantenimiento, produciéndose entonces severas pérdidas de

peso. El arte es saber conjugar el buen manejo animal con el buen manejo de la pastura (Rovira, 2008).

2.6.2 Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal

En primer lugar, logrando la máxima producción de forraje posible, vamos a poder lograr una alta producción ganadera. Pero no solo eso es suficiente, ya que la respuesta productiva de un determinado sistema ganadero va a depender, no sólo de cuál sea su base forrajera sino de cómo sea utilizado el forraje producido. Existe una interdependencia entre el suelo, la pastura y los animales, que determina la complejidad que presentan los sistemas ganaderos (De León, 2007).

Por otro lado Raymond (1964), agrega que el producto animal generado a partir de la pastura no solo depende de la cantidad sino también de la calidad del forraje producido, así como de la forma o eficiencia de utilización del mismo, el que a su vez se encuentra influenciado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1964). Por otro lado presiones que permitan una alta disponibilidad de forraje por animal y posibilidad también de realizar pastoreo selectivo, lograrán una mejora en el comportamiento individual comparado a presiones más altas, que son las que maximizan la producción por hectárea (Mott, 1960).

Según Minson, citado por Rovira (2008) la disponibilidad de forraje por día, sería: la cantidad de forraje expresada como materia seca o materia orgánica por unidad de peso vivo del animal. Es decir gramos de MS o MO por kilogramo de peso vivo, o como porcentaje del peso vivo, por día. Como regla general se puede aseverar q una vez que la disponibilidad es dos veces menor al máximo consumo posible se empieza a producir un brusco descenso en la cantidad de forraje consumido. Este fenómeno va asociado a una reducción en el tiempo dedicado a pastorear, en la velocidad en que se suceden los bocados y en el tamaño de cada bocado, esto se adapta mejor a los sistemas de pastoreo rotativo o en franjas, donde los animales son movidos diariamente.

Si bien hay muchos factores que influyen en la productividad, el consumo de pastura constituye el principal componente a tener en cuenta cuando se pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles. Tal es así, que la productividad de un animal cuando se le asigna cierta dieta depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Waldo, 1986).

A su vez, según De León (2007) las variables de la pastura que afectan al animal son: la cantidad de forraje disponible, la calidad de la oferta forrajera y la estructura o distribución espacial de los componentes de la pastura, estas tres características de las pasturas, definirán el Consumo de Materia Seca Digestible que se relaciona en forma directa con la ganancia de peso del animal (De León, 2007). A esto Montossi et al. (1996) agrega que la performance animal será un efecto directo de la cantidad y calidad de forraje consumido, pero modificado por la habilidad del propio animal en digerir y transformar esa materia seca en nutrientes asimilables.

Minson, citado por Dougherty et al. (1989) sugiere que el consumo de forraje de gramíneas templadas se comienza a restringir cuando la disponibilidad de las mismas es menor a 1000 kg MS/ha.

2.6.3 Relación entre consumo-disponibilidad-altura

Hodgson (1990) sostiene que la relación entre la altura y la producción animal es positiva si se aplica a aquellas pasturas basadas en especies de hábito postrado y alta capacidad de macollaje como las formadas por raigrás perenne y trébol blanco. Vaz Martins y Bianchi (1982) encontraron una relación lineal entre la altura del forraje rechazado y la ganancia diaria de terneros pastoreando una pradera de leguminosas y gramíneas. Risso y Zarza (1981) agregan que la ganancia de PV fue disminuida cuando la cantidad de forraje después del pastoreo fue menor a 2000 – 2500 kg/ha MS. En el rango de 1800 – 2000 kg/ha MS de rechazos, se dan buenas posibilidades de selección y no existen limitaciones al consumo. Disponibilidades menores llevarían a disminuciones en el consumo y calidad de la dieta, por lo que la ganancia de peso está más estrechamente relacionada con la disponibilidad del rechazo que con la altura de forraje pastoreado.

Según Morley (1981) la intensidad de pastoreo de pasturas es el principal determinante de la producción animal por unidad de área, afectando el desempeño individual por animal.

En pasturas templadas, los tres componentes de comportamiento animal (consumo/bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo) son principalmente afectados por la altura de la pastura. A valores de altura inferiores a 6-8cm, el incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocados no son suficientes para compensar las reducciones en el consumo por bocado resultando en una disminución en el consumo diario de forraje. La reducción del consumo es particularmente seria a altura de pastura inferiores a 3-4 cm (Hodgson, 1990).

Blaser et al., Tayler, Blaser et al., Nicol, citados por Bianchi (1982) han reportado que una baja altura de rechazo presenta una elevada proporción de material muerto y tallos con alto contenido de carbohidratos estructurales y menor digestibilidad, redundando en una disminución del consumo voluntario y en la calidad de la dieta de los animales en pastoreo.

Como consecuencia de lo anterior, las ganancias de PV de los animales que dejan rechazos de baja altura serán inferiores a aquellos animales retirados de la pastura con una mayor altura del forraje residual (Blaser et al., Tayler, Blaser et al., Nicol, citados por Bianchi, 1982).

La clave para maximizar la eficiencia en la producción y utilización de las pasturas la tiene quien decide permanentemente los momentos de pastoreo de cada lote, la dotación animal, el tiempo de utilización, ingreso y salida de los animales, el sistema de pastoreo, entre otros. En la medida que se manejen objetivos y criterios claros, el resultado será el óptimo (De León, 2007).

2.6.4 Asignación de forraje y consumo animal

Rovira (2008) plantea que el consumo de forraje por animal, medido en términos de materia seca, es dependiente de una serie de variables: cantidad de forraje disponible por animal (se expresa como kg de MS/animal/día), disponibilidad forrajera (kg de MS/ha), digestibilidad de la MS, peso vivo, edad, nivel de producción (ganancia de peso) y medio ambiente (clima, longitud del día, entre otros). Todos los factores mencionados e incluido otros no actúan en forma independiente, sino que al contrario, están continuamente interactuando y se pueden agrupar en 4 categorías: a) dependiente de las plantas, b) dependiente de los animales, c) dependiente del medio ambiente, d) dependiente de otros factores varios, tales como disponibilidad de agua, estado sanitario, deficiencias nutricionales, etcétera.

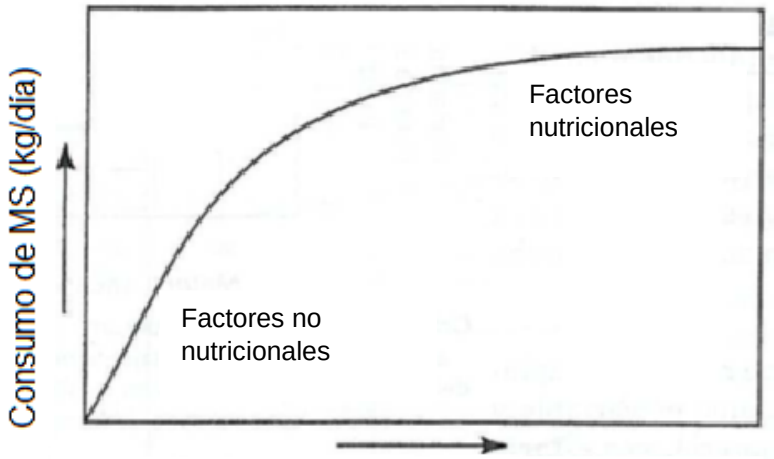
Características de las pasturas, tales como, forraje disponible, estructura vertical de la pastura y especies forrajeras han sido mencionadas como los mayores factores afectando la habilidad de los animales en pastoreo para cubrir sus requerimientos (Poppi et al., 1987).

La asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afectan el consumo en pasturas y uno de los más manejables cuando se pretende realizar un manejo de pastoreo (Hodgson, 1984), a su vez, afirma el concepto que el consumo de materia seca disminuye marcadamente cuando la asignación de forraje es menor que el doble del consumo potencial pero no apoya la idea de que el consumo se acerca a un máximo cuando la asignación es tres a cuatro veces mayor al consumo.

Según Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), pastoreando al 2,0% de asignación, se obtuvo la ganancia de peso por hectárea más alta, con buenas ganancias por animal. Sin embargo la misma se realizó a un alto costo de la productividad de la pastura, ya que ésta presentó la menor producción de forraje y la mayor proporción de suelo descubierto, producto del alto pisoteo, al finalizar el experimento, lo que compromete su productividad futura. La utilización de asignaciones entre 4,5 y 6 % permitirían una adecuada ganancia por animal y por hectárea y un buen comportamiento de la pastura que no pondría en riesgo su persistencia futura, la tasa de consumo de materia seca se incrementa hasta asignaciones de aproximadamente 10kg MS/ 100 kg de PV, posteriores incrementos en la asignación no provocan aumentos en la tasa de consumo.

La relación entre el consumo de materia seca y la cantidad de forraje es descripto por una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo. Esta curva se divide en dos tramos, el primero ascendente que es donde la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales) limita el consumo por una regulación a través del comportamiento ingestivo y es afectado a través de la selección de la dieta y la estructura de la pastura. En esta parte de la curva el consumo es muy sensible a cambios en la fitomasa, oferta de forraje y altura, de manera que pequeñas variaciones en cualquiera de estas tendrá gran efecto en la producción animal (Cangiano, 1997).

Figura No. 4. Asociaciones entre consumo animal y características y métodos de asignación de pasturas para gramíneas y leguminosas (adaptado de Poppi et al., 1987).



Fitomasa, fitomasa verde o fitomasa residual (kg de MS/ha. Altura (cm) Oferta diaria de MS por animal (g).

De esta forma el consumo está determinado por la cantidad de bocados que el animal realiza por día y el tamaño de los bocados (De León, 2007).

Hodgson (1990) sugiere que el consumo de forraje es afectado por tres grupos de factores:

- Los que afectan la digestión del forraje (relativos a la madurez y concentración de nutrientes del forraje consumido)
- Los que afectan la ingestión del forraje (relativos a la estructura física y canopia del forraje)
- Los que afectan la demanda de nutrientes y capacidad ingestiva y digestiva del animal (relativos a la madurez y estado productivo del animal)

En cuanto a los factores nutricionales, como digestibilidad de la pastura, tiempo de permanencia del alimento en el rumen y concentración de productos finales de la digestión ruminal adquieren considerable importancia en determinar el consumo (Poppi et al., 1987).

El modelo conceptual simple adoptado en el que el consumo de materia seca (gr/día) fue expresado como el producto de tasa de consumo (gr/hora) y el tiempo de pastoreo (horas/día), ha formado la base de gran parte de la investigación llevada a cabo en las últimas décadas. La tasa de consumo a su vez ha sido expresada como el producto del peso de cada bocado individual (gr/bocado) por el número de bocados por hora (bocados/hora) (Allden y Whittaker, citados por Chilibroste, 2002)

C= TPxTBxCB, donde:
C= Consumo diario de forraje por animal (mg MO/kg PV)
TP= Tiempo de pastoreo (minutos/día)
TB= Tasa de bocado (bocado/minuto)
CB: Consumo por bocado (mg MO/kg PV)

Utilizando pasturas artificiales, Laca et al. (1992), ubicaron a la altura y la densidad del forraje como los factores más importantes en la definición de la profundidad y área de bocado y consecuentemente en el peso de bocado.

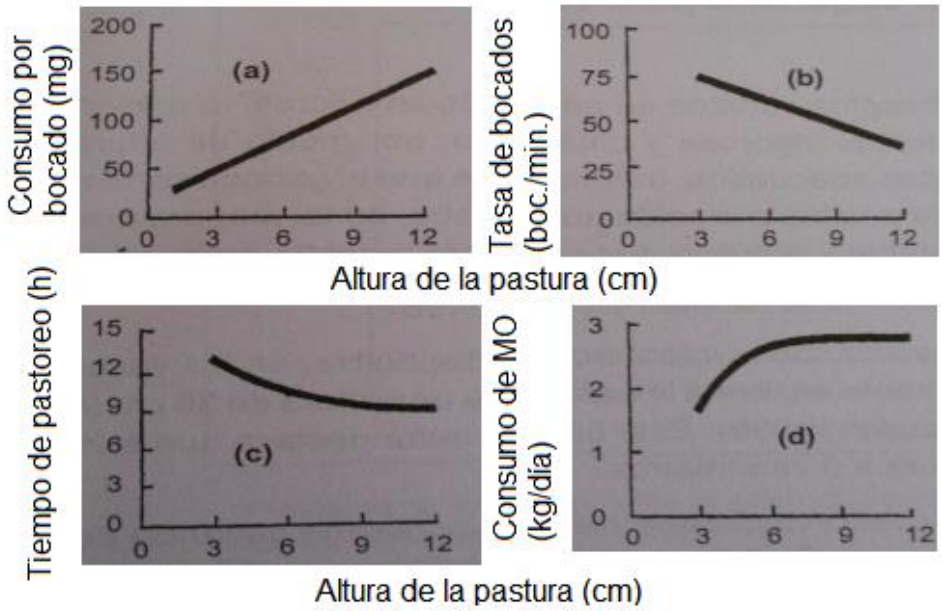
Tanto el área como la profundidad del bocado son definidos sobre la pastura luego del pastoreo. La profundidad del bocado es la diferencia entre la altura inicial y la altura residual promedio de los tallos o macollos consumidos. El área del bocado es el área total de unidades estructurales de la planta consumidas dividido el número de bocados tomados (Galli y Cangiano, 1998).

La mejora de la producción por hectárea debido a aumentos de la carga animal se puede atribuir a una mejor utilización del forraje producido (Viglizzo, 1981). Parsons et al., citados por Cangiano et al. (1996) proponen que en pasturas pastoreadas intensamente el factor dominante es la disminución en el crecimiento de forraje; en tanto en pasturas pastoreadas con baja intensidad, lo que domina es el bajo aprovechamiento del forraje producido, disminuyendo linealmente la utilización del mismo.

Cuando la disponibilidad de forraje es muy baja, el tamaño de bocado es reducido, y los animales se ven obligados a aumentar el tiempo de pastoreo (Freer, 1981). Aumentando de esta forma el gasto de energía en el animal, pudiendo causar pérdidas en la ganancia de peso.

En lo que respecta a la altura de la pastura Hodgson (1990) afirma que es un factor determinante en el comportamiento en pastoreo y consumo animal.

Figura No. 5. Asociaciones entre altura de la pastura y (a) consumo por bocado; (b) tasa de bocados; (c) tiempo de pastoreo, y (d) consumo diario, ilustrando la influencia dominante del consumo por bocado en el consumo diario de ovinos en pastoreo continuo sobre pasturas de raigrás perenne y trébol blanco (adaptado de Hodgson, 1990).



Según Hodgson (1990), cuando la altura de la pastura es inferior a 6-8cm, el incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocados no son suficientes para compensar las reducciones en el consumo por bocado

resultando en una disminución en el consumo diario de forraje y con alturas de alrededor 3-4 cm, la reducción de consumo diario es particularmente seria.

En general, cuando el forraje es escaso, el tiempo de pastoreo se alarga, el número de bocados aumenta, pero el consumo por hora de pastoreo disminuye. Una típica observación, muy común, que proviene del pastoreo rotativo es que al entrar el ganado a pastorear, en ese primer día las horas de pastoreo fueron de 7,7 horas, pero ya en el segundo día subieron a 9,4 horas, los valores que se pueden considerar normales caen entre 7 y 10 horas por día (Castle y Watkins, citados por Rovira, 2008).

2.7 HIPÓTESIS

2.7.1 Biológicas

- Existe un efecto de la dotación animal sobre la productividad de las pasturas.

- Existe un efecto de la dotación animal sobre la producción de peso vivo.

2.7.2 Estadísticas

- Ho: $\alpha 1=\alpha 2=\alpha 3$

- Ha: Al menos un efecto del tratamiento es distinto de cero.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Ubicación experimental y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, km 363. El cual fue llevado a cabo durante el período estivo-otoñal, comprendido entre el 08/01/2014 al 23/04/2014.

3.1.2 Descripción del sitio experimental

El ensayo fue realizado en el potrero número 35 sobre la latitud 32°22'30.93"S y longitud 58°3’47.08’’0.

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (escala 1: 1.000.000, Altamirano et al., 1976), el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, perteneciente a la formación geológica Fray Bentos. Como suelos dominantes presenta Brunosoles Éutricos Típicos (háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcilloso (limosa). Como suelos asociados se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos, de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

3.1.3 Información meteorológica

La región climatológica en la que se encuentra Uruguay presenta un clima templado a subtropical, con promedios de precipitación anual de 1170mm, siendo su distribución 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y 24% en primavera. Las temperaturas medias anuales varían entre 16ºC en el sureste a 19ºC en el norte. Durante enero, el mes más cálido, las temperaturas varían entre 22ºC y 27ºC, mientras que en el mes más frío, julio, la variación es de 11ºC a 14ºC, respectivamente en cada región (Berreta, 2001).

La evapotranspiración potencial (ETP) media estacional en Paysandú para el año experimental fue de: 405 mm en verano, 135 mm en otoño, 123 mm en invierno y 380 mm en primavera.

Los datos meteorológicos de Paysandú utilizados, correspondientes al período, fueron los registrados en la Estación Meteorología Chalking ubicada a 5 km de la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni.

3.1.4 Antecedentes del área experimental

La mezcla en la que se trabajo fue sembrada el 30 de mayo de 2010 fertilizada a la siembra con 150 kg/ha de 7-40-0, sobre un rastrojo de soja con un tiempo de barbecho de 40 días de haber aplicado 5 l/ha de glifosato (480 g IA), un mes después (fines de junio) se sembró *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*.

La mezcla básica estuvo compuesta por *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, con una densidad de siembra de 15 kg/ha, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, con 8 kg/ha, *Trifolium repens* cv. Zapicán, con una densidad de 2 kg/ha, a la cual se le agregó *Paspalum notatum* cv. Pensacola o *Paspalum dilatatum* según el tratamiento, con densidades de siembra de 15 y 45 kg/ha respectivamente.

El método de siembra que se usó para las gramíneas fue de siembra directa en forma cruzada para que se logre una mejor distribución espacial, en cambio las leguminosas fueron sembradas al voleo.

El 3 de agosto se aplicó sobre la mezcla para el control de malezas (*Bowlesia incana*) 12 g/ha de Kleen (Clhorsulfuron).

Debido a la nula implantación de *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*, la pastura evolucionó a una mezcla *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens.*

En el año 2012 se agregaron 100kg 18-46-0 a principios de mayo y luego hubieron dos fertilizaciones con urea, una en junio y otra a mediados de agosto de 70 kg/ha cada una.

En el año del experimento no se agregaron fertilizantes.

3.2 TRATAMIENTOS

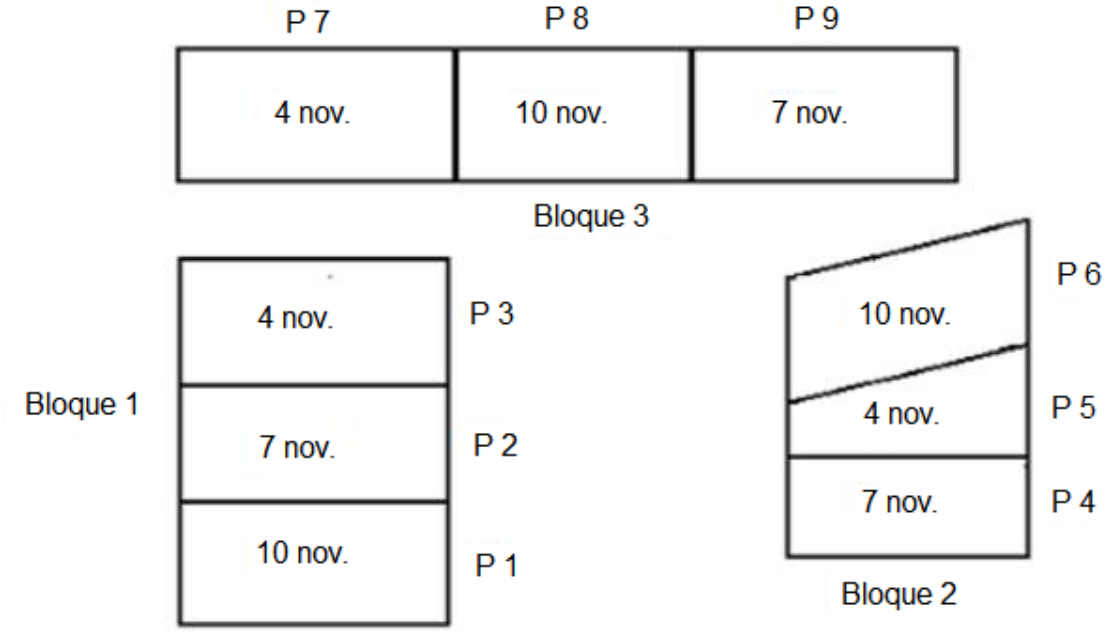
Los tratamientos consistieron en asignar tres dotaciones diferentes a la mezcla *Festuca arundinacea* (cv. Tacuabé), *Lotus corniculatus* (cv. San Gabriel) y *Trifolium repens* (cv. Zapicán):

a) T10 (2,2 an/ha)
b) T7 (1,6 an/ha)
c) T4 (0,9 an/ha)

Para el experimento se utilizaron 3 bloques completos sembrados al azar con la mezcla anteriormente mencionada en la cual se distribuyen diferentes dotaciones.

Pastoreados con 21 novillos Holando con peso promedio al inicio del experimento de 433 kg/animal; 10 novillos en el tratamiento T10, 7 novillos en el T7 y 4 novillos en el T4 durante su ciclo de crecimiento, correspondientes a 2,2, 1,6 y 0,9 animales por hectárea. Estos novillos previo al experimento se encontraban pastoreando campo natural de escasa calidad.

Figura No. 6. Croquis del área experimental.



3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con tres repeticiones (DBCA).

El área experimental comprendió un total de 13,8 ha, la cual se divide en 3 bloques cuyas medidas son: 8,2 ha (Bloque 1), 2,6 ha (Bloque 2) y 3 ha (Bloque 3).

Cada bloque a su vez se subdivide en 3 parcelas, obteniendo un total de 9 parcelas, las cuales se definen como unidad experimental.

3.4 METODOLOGÍA Y CONDUCCIÓN EXPERIMENTAL

La metodología se basa en la medición de la respuesta de la pastura (en función de distintas asignaciones de forraje), basado en la producción de forraje, composición botánica, calidad y suelo desnudo. Por otro lado se determinó la evolución del peso de los animales, a través de la ganancia media diaria, en función de las diferentes asignaciones de forraje.

Se realizó un pastoreo rotacional con el objetivo de llegar a una frecuencia de 15 cm y una intensidad de 5 cm de al menos un tratamiento, en este experimento correspondió al tratamiento de mayor presión de pastoreo (T10).

Se cuantificó la producción de forraje, composición botánica, porcentaje de malezas y suelo descubierto, la evolución de peso de los animales, determinándose de esta manera la ganancia total que tuvieron en el periodo y la ganancia diaria de los mismos, en función de distintos tratamientos.

3.4.1 Variables determinadas

3.4.1.1 Forraje disponible y remanente en materia seca (MS)

Se define a la disponibilidad de materia seca en kg/ha a la cantidad de materia seca disponible antes del comienzo del pastoreo, por tanto, el remanente es definido como la cantidad de materia seca en kg/ha presente luego de finalizado el pastoreo y la forma de determinación de los mismos fue a través del método de doble muestreo de (Haydock y Shaw, 1975).

Con el método antes mencionado, relacionando forraje disponible con altura de la pastura, se realizaron 27 cortes previos y posterior según correspondiera, registrando 3 alturas en diagonal de un rectángulo de 0,2 x 0,5 m y procediendo luego al corte del mismo al ras del suelo. Posteriormente se determinó la materia seca de cada uno mediante secado en estufa a 60°C, durante 48 hs en el laboratorio.

Luego de obtenido los datos del proceso de secado se realizó el cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. Mediante el ajuste de una ecuación de regresión, entre altura en cm y kg de MS/ha, y entre valor de escala y kg/ha MS se determinó cuál de ambas variables tenía mayor correlación con la disponibilidad. Con la función obtenida se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. Para esto se utilizaron los promedios de escala y altura de cada parcela sustituyendo en la función a la incógnita, luego el valor obtenido se multiplica por la superficie de cada parcela, obteniendo así

la disponibilidad de forraje por parcela. El mismo procedimiento se lleva a cabo para la estimación del rechazo.

3.4.1.2 Altura del disponible y del remanente

La altura del disponible es la altura promedio en cm del forraje en la parcela antes de comenzar el pastoreo, por otro lado la altura del remanente es la altura promedio en cm del forraje que queda en la parcela luego del pastoreo.

Las alturas fueron medidas con regla en un punto al azar dentro del rectángulo utilizado para el muestreo, donde el criterio empleado fue el punto de contacto de la regla con la punta de hoja más alta y a su vez, se midió la altura de cada muestra, antes y después del pastoreo. La altura del forraje de cada parcela se obtuvo promediando las 40 muestras realizadas en cada parcela.

3.4.1.3 Materia seca desaparecida

Es la materia seca que desaparece durante el pastoreo y se calcula como la diferencia entre los kg de materia seca disponible (ajustado por el crecimiento de los días de pastoreo) y el remanente.

3.4.1.4 Porcentaje de desaparecido

Es la cantidad de forraje desaparecido en relación al que había disponible. Se calcula como la relación entre materia seca desaparecida y el forraje disponible antes del pastoreo, multiplicado por 100.

3.4.1.5 Producción de forraje

La producción de forraje (kg MS/ha/día) se determinó a través de la diferencia entre el forraje disponible al iniciar un pastoreo y el remanente luego del pastoreo anterior y ajustado al crecimiento de la pastura durante el pastoreo.

3.4.1.6 Tasa de crecimiento

Es la cantidad de materia seca que se produce por día (kg/ha/día) en el período entre dos pastoreos. Es calculada como el forraje producido dividido entre los días en que dicha pastura no fue pastoreada.

3.4.1.7 Composición botánica del disponible y del remanente

Se refiere al aporte porcentual en biomasa de las diferentes especies sembradas y malezas en general, en el momento de muestreo, tanto del disponible previo al pastoreo como del remanente.

Para la determinación de la composición botánica se usó el método Botanal (Tothill et al., 1978). En esta determinación se utilizaron rectángulos de 0,2 x 0,5 m (los mismos que fueron usados para determinar la cantidad de materia seca disponible y remanente), en primer lugar se determinó el porcentaje de suelo desnudo y luego se estableció por separado el aporte porcentual en biomasa de cada especie componente de la mezcla, el de malezas y el de restos secos.

3.4.1.8 Peso de los animales

Se determinó en 4 oportunidades mediante el uso de balanza electrónica por la mañana con los animales en ayuno. La primera determinando el peso inicial el día 17/12, la segunda el día 14/01, la tercera el 18/03 y la última el 15/05.

3.4.1.9 Ganancia de peso diaria

Es la ganancia diaria por animal (kg/animal/día) promedio para todo el periodo de pastoreo (enero-febrero como periodo estival y marzo abril como periodo otoñal).

Ésta se calculó dividiendo la producción de peso vivo (PV) durante todo el periodo experimental (peso vivo final- peso vivo inicial) sobre la duración del periodo de pastoreo, expresado en número de días.

3.4.1.10 Oferta de forraje

La oferta de forraje fue calculada como el forraje ofrecido a los animales en kilos de materia seca cada 100 kg de peso vivo, la cantidad de forraje se ajustó además por su tasa de crecimiento durante el periodo de pastoreo.

3.4.1.11 Producción de peso vivo por hectárea (PV/ha)

Son los kilogramos de PV producidos por hectárea durante todo el periodo de pastoreo. En este caso para la situación experimental, se calculó mediante la ganancia total de peso en el periodo de pastoreo obtenido en cada

tratamiento por separado y se lo dividió por la superficie de cada tratamiento. De esta forma se obtuvo la producción por hectárea de cada tratamiento.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El modelo estadístico utilizado fue bloques completos al azar DBCA

3.5.1 Modelo estadístico

Yij=μ+Ti+Bj+eij

Cada observación Yij =

- μ: efecto de la media general.
- Ti: efecto de iésimo tratamiento i= 1, 2, 3
- B: efecto del jésimo bloque j= 1, 2, 3.
- e: error del iésimo tratamiento en el jésimo bloque.

3.5.2 Supuestos estadísticos

El modelo es correcto y aditivo, y los errores son variables aleatorias independientes con distribución normal, media 0 y varianza poblacional 1.

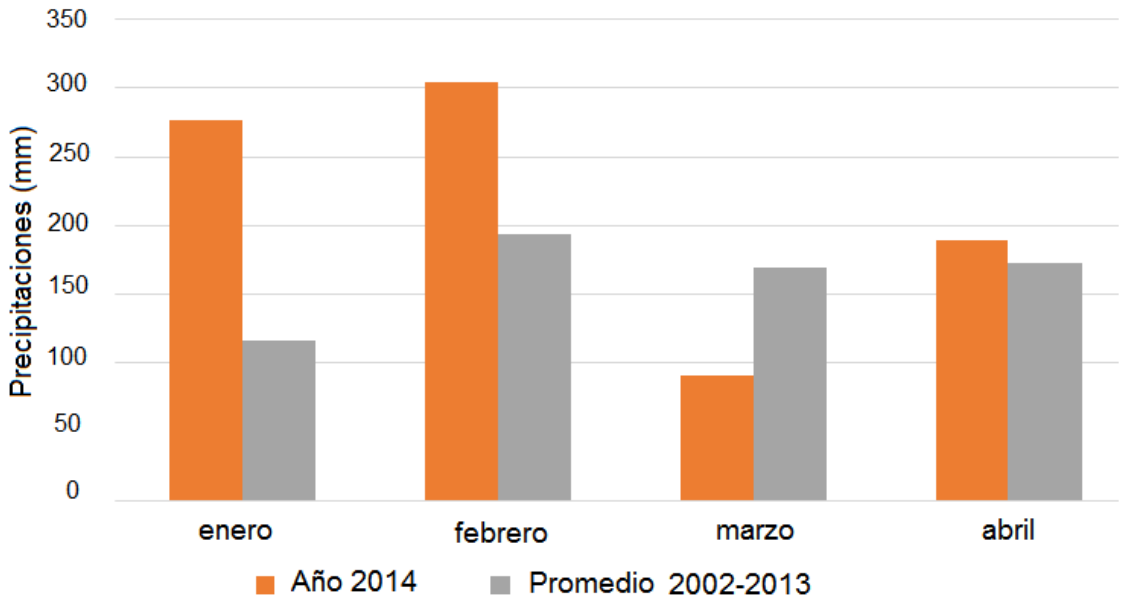
Se realizó ANOVA y separación de medias según LSD Fisher cuando existieran diferencias estadísticas entre tratamientos al 10% de significancia.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

El periodo experimental analizado fue desde enero del 2014, hasta abril del mismo año. A continuación se presentan los datos de precipitaciones y temperatura obtenidos de la estación meteorológica de la EEMAC durante el año 2014 y fueron comparados con la serie histórica entre 2002-2013.

Figura No. 7. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico.



Como se observa en los registros existen diferencias entre los promedios mensuales de la serie histórica con los datos del período experimental. La principal diferencia se observa en los meses de enero y febrero, que se registraron precipitaciones en un 58% y 36% por encima del promedio respectivamente. En el mes de marzo, en cambio se presentan precipitaciones un 46% por debajo del promedio histórico.

Las precipitaciones del mes de abril fueron similares a las del promedio, solo un 9% por encima de éstas.

Cuadro No. 1. Balance hídrico

Mes	PP	ETP	P-ETP	Alm. suelo	Var. alm.	ETR	Def.	Exc.	Balance
Nov.	200,3	120	80,3	117					
Dic.	60,7	250	-189,3	23,2	-93,8	154,5	95,5	0	-93,8
Ene.	276,4	165	111,4	117	93,8	165	0	17,6	111,4
Feb.	304,4	135	169,4	117	0	135	0	169,4	169,4
Mar.	91	120	-29	91,3	-25,7	116,7	3,3	0	-25,7
Abr.	189,2	95	94,2	117	25,7	95	0	68,5	94,2

*Capacidad de Almacenaje de agua, para suelos de la unidad San Manuel 117 mm.

La metodología utilizada para realizar el balance fue la de Thornthwaite y Matter. Dicha metodología asume tres supuestos:

- Toda la precipitación es igualmente efectiva. Es decir que toda la precipitación va a infiltrar, no existiendo ni escurrimiento superficial ni drenaje profundo hasta que no se haya alcanzado la CAAD (capacidad de almacenaje de agua disponible).

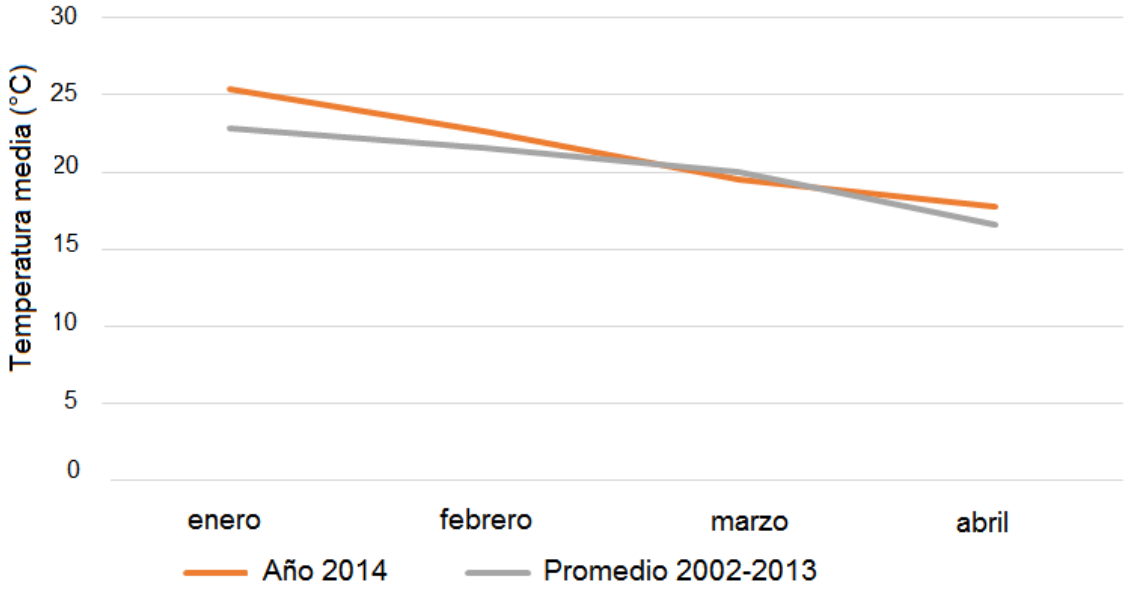
- La precipitación está disponible en primera instancia para ser evapotranspirada.

- Los excesos (que sería en este caso, el drenaje profundo y el escurrimiento superficial), no se acumulan en el periodo que se generan hacia el próximo.

Como se observa en el balance realizado antes de comenzar el experimento en el mes de diciembre, se observó un déficit hídrico, que pudo afectar a las especies C3, frente a las C4. Pero ya en el mes siguiente las precipitaciones fueron superiores a la ETP, por lo que hubo un almacenaje de agua en el suelo, no observándose deficiencias hídricas en el resto del período.

En la siguiente figura se observan los registros de temperatura promedio de la serie histórica comparando con el año 2014.

Figura No. 8. Registro de temperaturas durante el experimento comparado con el promedio histórico.



Como se puede observar las temperaturas medias durante el periodo experimental, estuvieron un poco por encima del promedio histórico en los meses de enero, febrero y abril, siendo similar al promedio en el mes de marzo.

Según Carámbula (2010a), las especies C3, como las que conforman ésta mezcla (*Festuca arundinacea, Lotus corniculatus y Trifolium repens*), presentan su mejor desarrollo con temperaturas más bajas, entre 15 y 20 °C, pudiendo ser afectadas negativamente. Mientras que las especies C4, como muchas de las malezas estivales se ven favorecidas por mayores temperaturas.

4.2 PARÁMETROS DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA PASTURA

4.2.1 Forraje disponible

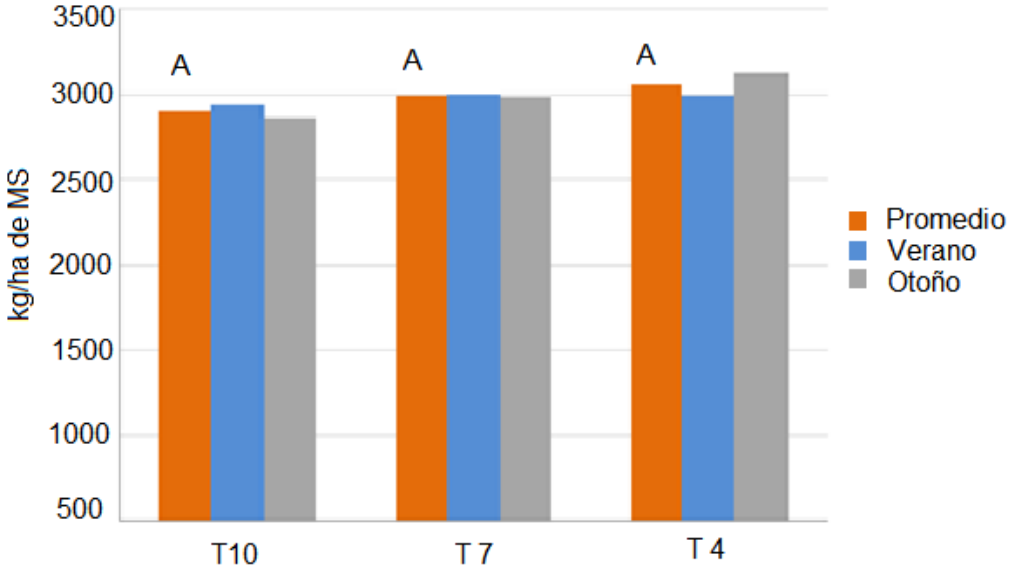
A continuación se presentan resultados de la cantidad y altura del forraje que estaba disponible por estación y promedio para el periodo experimental de cada tratamiento, junto a la evolución del disponible a través de los sucesivos pastoreos.

4.2.1.1 Cantidad de forraje disponible

A continuación en el siguiente grafico se presenta la cantidad de forraje disponible promedio durante el periodo experimental, y a su vez se promedió

dividido entre las estaciones de crecimiento (verano y otoño). Se consideró la estación estival desde el día 09/01 hasta el día 03/03, y la estación otoñal desde el día 03/03 al 23/04.

Figura No. 9. Disponibilidad de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y promedio del período experimental.



Como se observa en la gráfica, en este caso no se establecieron diferencias significativas entre los tratamientos, promedios (utilizando LSD Fisher p=0.10), tampoco se observó una mayor acumulación de forraje al inicio del experimento (verano) ya que la misma venía siendo pastoreada sin tener periodo de descanso.

Si bien según Smethan (1981), una baja dotación comparada a una alta dotación determina que una mayor cantidad de meristemas logren escapar de la defoliación junto a una mayor área fotosintética y mayor acumulación de reservas, que se da en el periodo otoñal y para lo cual no hay que hacer una defoliación excesiva para que se produzca el rebrote de manera más rápida fundamentalmente durante el invierno, obteniéndose resultados de disponibilidad de forraje mayor en el siguiente pastoreo. Sin embargo en este experimento no se lograron obtener diferencias significativas en las distintas dotaciones. Estos resultados se deben a que si bien hay diferentes dotaciones etas no llegan a modificar demasiado el comportamiento de la pastura, o sea la mayor dotación (2,2 animales/ha) no sería una carga excesiva la cual perjudique la pastura en este periodo crítico, por lo tanto en el tratamiento con baja dotación (0,9 animales/ha) habría un desaprovechamiento del forraje.

4.2.1.2 Cantidad de forraje disponible por estación

Cuadro No. 2. Disponibilidad en kg/ha MS, altura promedio por tratamiento y asignación de forraje en el periodo estival.

Tratamiento	AF	Disponible	Altura
10-nov.	3,4	2900 A	13,5 A
07-nov.	4,7	2995 A	14,6 A
04-nov.	8,3	3059 A	14,3 A

Cuadro No. 3. Disponibilidad en kg/ha MS, altura promedio por tratamiento y asignación de forraje en el periodo otoñal.

Tratamiento	AF	Disponible	Altura
10-nov.	3,2	2861 A	14,5 A
07-nov.	4,5	2983 A	15,1 A
04-nov.	8,1	3123 A	15,2 A

Como se observa en los cuadros anteriores y al igual que en la disponibilidad de forraje, la altura tampoco presento variaciones significativas en los distintos tratamientos tanto para el primer ingreso en la estación estival como el segundo en la otoñal. Tampoco se observa diferencia en altura entre las distintas estaciones y se debe a que en ambas el manejo fue racional ya que si se realiza un manejo exagerado estaría comprometiéndose la productividad de la misma observándose diferencias.

Por otro lado se esperaba que la altura del tratamiento con menor dotación sea significativamente mayor al de mayor dotación, debido al comportamiento animal que selecciona su alimento de cada parche de pastoreo, lo que generaría a bajas dotaciones una mayor heterogeneidad de la pastura (Hodgson, 1990). Además en el tratamiento de menor dotación al haber menor cantidad de animales por hectárea hay un menor consumo de forraje por unidad de superficie lo que genera una pastura con mayor altura (Hodgson, 1990).

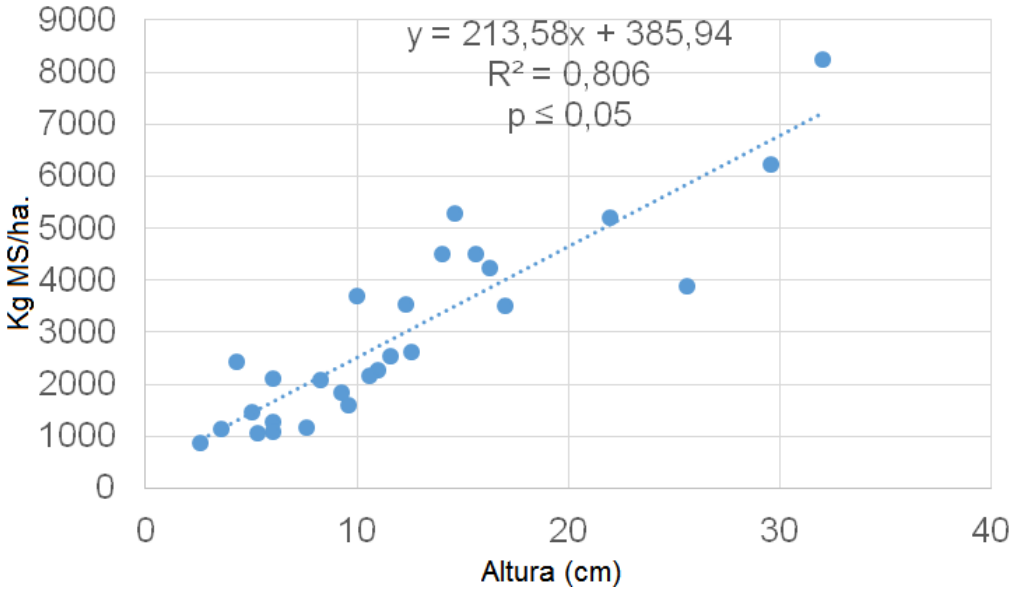
Tener conocimiento de la altura del forraje nos permitirá en el orden práctico determinar la disponibilidad de forraje en un momento dado y condiciones definidas (García, citado por Albano et al., 2010). Para que esto se cumpla es importante tener una buena correlación entre la altura y la cantidad de materia seca disponible.

Según Carámbula (2010a), las alturas de entre 10-15 cm para *Festuca arundinacea*, serían las adecuadas para el ingreso a pastoreo intentando con este manejo que no se formen maciegas. Tomando en cuenta este valor se puede decir que las alturas tanto del periodo estival como otoñal se encuentran en este rango. Y hasta una intensidad no menor a 5 cm la cual se cumplió también en todos los tratamientos.

Casi todos los tratamientos presentan una altura cercana al rango inferior de 15-20cm recomendado por Zanoniani et al. (2006), el cual permite a la pastura recuperar su área foliar y estado. Estos datos también concuerdan con los obtenidos por Almada et al. (2007), que para valores de asignación de forraje similares a los de este trabajo la altura del disponible es de 13 cm promedio.

Según Risso y Zarza (1981), con valores mayores de 2000 kg MS/ha se logran buenas posibilidades de selección por parte del animal y cantidades no limitantes para el consumo, mientras que disponibilidades menores disminuirían la cantidad y calidad de consumo. Por lo que con estos valores de disponibilidad, no existieron limitantes ni de consumo, ni de selección en cualquiera de los tratamientos

Figura No. 10. kg de MS disponible en función de la altura del primer pastoreo estival.



En la figura podemos observar como la altura del disponible y los kg de materia seca muestran una correlación elevada de 80,6% con una tendencia lineal positiva. Es decir que a mayor altura del forraje, se espera tener mayor

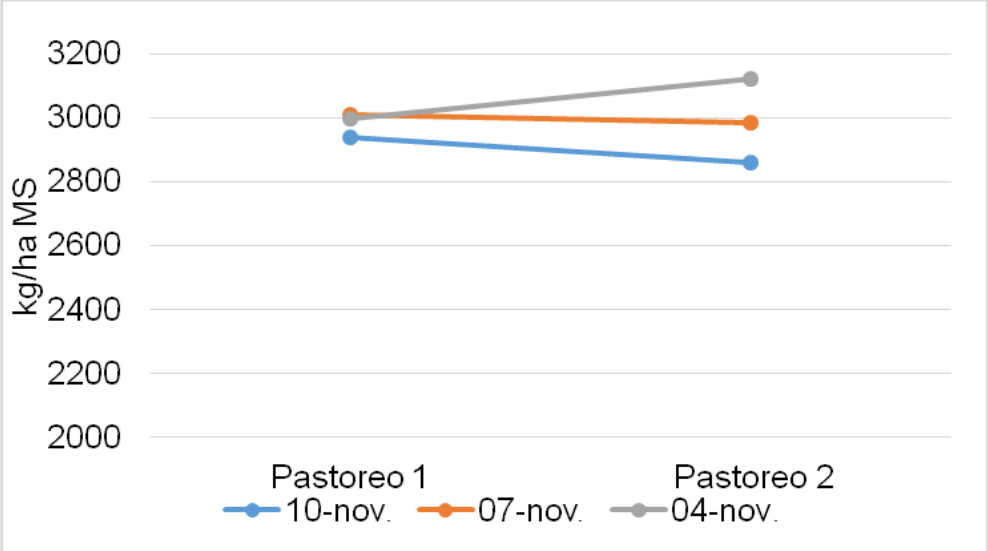
MS disponible. Este tipo de graficas permiten con tan solo medir la altura media de una pastura, estimar el disponible de MS, sin tener que realizar cortes.

Esto concuerda con lo mencionado por Almada et al. (2007), quienes encontraron que la altura previa al pastoreo presentó similares tendencias a las mostradas con el forraje disponible.

El valor de “x” en la ecuación obtenida en la gráfica, toma un valor de 213,58, lo que indica que por cada cm en altura, aumentaría esa cantidad en kg/ha de MS. Este valor es elevado para una pastura y se asemeja a los valores de campo natural. Esto estaría explicado por la elevada edad de la pastura, que a causa del pastoreo y la invasión de especies no sembradas, se va asemejando a un campo natural.

4.2.1.3 Evolución del forraje disponible

Figura No. 11. Evolución de la disponibilidad de forraje para cada tratamiento durante el período experimental.



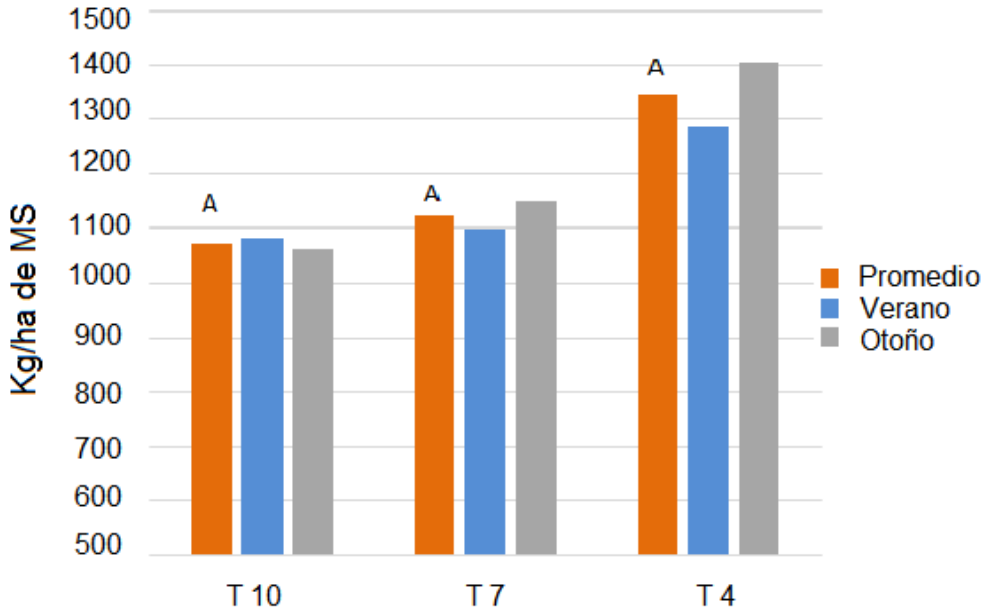
Como se observa en la gráfica las dotaciones más altas tienen una evolución similar con respecto a los pastoreos, observándose un pequeño descenso. En el caso de la menor dotación se observa una evolución opuesta, si bien la diferencia entre ellos no es significativa.

4.2.2 Cantidad de forraje y altura del remanente

A continuación se presentan los valores de forraje remanente, su altura luego del pastoreo para cada tratamiento y la evolución en el tiempo experimental.

4.2.2.1 Cantidad de forraje remanente

Figura No. 12 Remanente de forraje (kg/ha MS) por tratamiento, por estación y promedio del periodo experimental.



No se presentan diferencias significativas entre tratamientos (p=0,10).

Los números presentados en la figura anterior indican que cuando se le asigna una mayor oferta de forraje, mayor va a ser la cantidad de remanente, sobre todo el que más se aparta de los valores promedios es en tratamiento 4 con una asignación de forraje de 8,3.

En términos generales los remanentes en los tres tratamientos fueron altos si los comparamos con los obtenidos por Agustoni et al. (2008) sobre una mezcla de lotus, raigrás perenne y trébol blanco, los cuales manejando una oferta de 9,5% PV obtuvieron un remanente de 1179 kg/ha MS. Estos datos no concuerdan con los obtenidos por Arenales et al. (2012), que manejando una oferta de 6,1% obtuvieron un remanente de 650 kg/ha MS. En el caso del tratamiento 4 con una asignación de forraje de 8,3% el remanente fue de 1343 kg/ha MS el cual podríamos decir que es muy elevado y no se estaría haciendo un aprovechamiento total del forraje producido.

4.2.2.2 Forraje remanente y altura

Cuadro No. 4. Altura promedio del remanente en centímetros por estación, máximo, mínimo, desvió estándar y altura del remanente para todo el periodo experimental, en función de la dotación (animales/ha).

Remanente, promedio

Tratamiento	AF	Remanente	Altura	Desvío estándar
10-nov.	3,4	1071 A	5,7 B	0,82
07-nov.	4,7	1124 A	7,1 A	0,86
04-nov.	8,3	1343 A	6,4 AB	1,01

Remanente, verano

Tratamiento	AF	Remanente	Altura
10-nov.	3,5	1802 A	5,4 A
07-nov.	4,9	1099 A	6,6 A
04-nov.	8,4	1283 A	5,7 A

Remanente, otoño

Tratamiento	AF	Remanente	Altura
10-nov.	3,2	1060 A	6,1 B
07-nov.	4,5	1150 A	7,5 A
04-nov.	8,1	1402 A	7,1 AB

Medidas seguidas por distinta letra difieren estadísticamente (LSD Fisher p=0,10)

Como se observa en los cuadros anteriores, y si bien no existieron diferencias significativas en la cantidad de forraje si difirió la altura del remanente. Analizando el promedio del periodo experimental la carga más alta difirió de la carga media, pero sin embargo no hubo diferencia entre las cargas extremas, ni tampoco hubo una correlación entre la altura del remanente y la cantidad de materias seca como si la hubo en la cantidad de forraje disponible, a diferencia de lo que afirma Agustoni et al. (2008) que existe una correlación lineal entre la cantidad de forraje remanente y la altura remanente.

La altura promedio de los remanentes no varió en forma significativa entre tratamientos no entre estaciones, al igual que para todo el periodo experimental. La altura obtenida se encuentra dentro de lo recomendado por Zanoniani et al. (2006), mencionando alturas óptimas de remanente entre 5 y 7 cm, las que no limitaran la productividad de la pastura, sobre todo en las estaciones en la que fue realizada el experimento donde intensidades excesivas pueden provocar pérdidas de plantas y baja importante en la producción. En este caso la especie dominante de las sembradas era festuca, y en poca

proporción se encontraban lotus y trébol por lo que el manejo estaba enfocado en la gramínea, ya que había poca cantidad de plantas de leguminosa por la edad de la pastura.

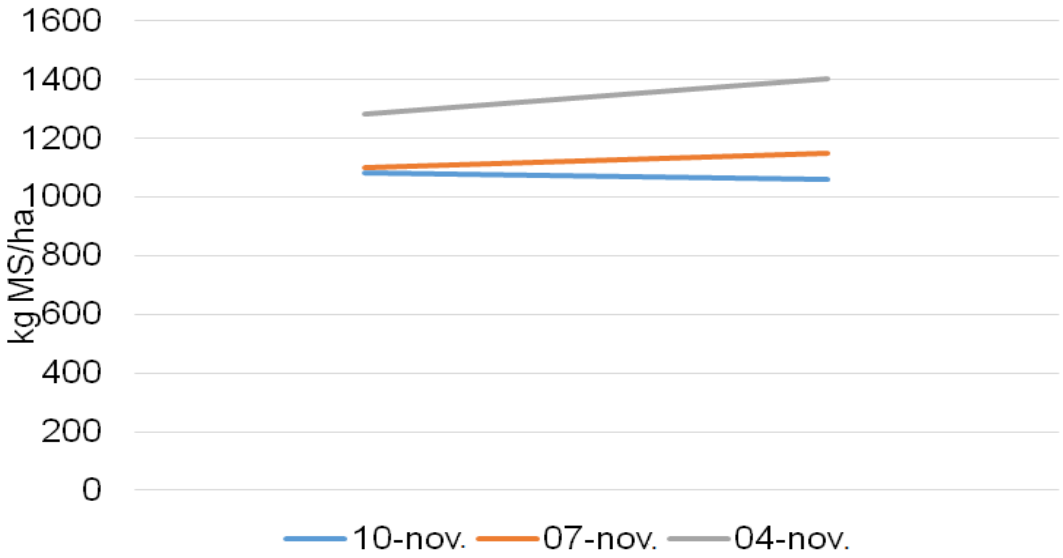
Si observamos los desvíos estándar cuando tenemos menores dotaciones la variación en la altura del remanente es mayor, lo que estaría explicado por el comportamiento del animal en pastoreo que selecciona de cada parche de pastoreo las porciones de mayor valor nutritivo de cada planta (Hodgson, 1990). En otras palabras, Cangiano (1997) expresa que el exceso de forraje respecto a la demanda animal genera heterogeneidad de los atributos estructurales de la pastura ya que los animales tienen mayor oportunidad de seleccionar, cosechando algunas partes y rechazando otras. Por otra parte Carámbula (2010b), afirma que los potreros deberían ser pastoreados de la forma más uniforme posible, ya que esto promoverá rebrotes homogéneos. Se debe comprender que cuanto más des uniforme sea el remanente, más materia seca se perderá y más heterogénea será la reanudación del crecimiento. Esto estaría explicando la no diferencia de disponible en el segundo pastoreo, ya que el tratamiento con mayor carga fue defoliado más homogéneamente y por lo tanto presentó un crecimiento más vigoroso.

Según Davidson y Milthorpe (1966) las reservas en las gramíneas se tienden a acumular en la base de las hojas y en el caso de las leguminosas el rebrote luego del pastoreo, se origina de las reservas de las yemas de la corona o de la parte basal de los tallos que no hayan sido afectados (Cangiano, 1997).

4.2.2.3 Evolución del remanente

En la siguiente figura se muestra la evolución de la altura promedio del remanente en centímetros para cada tratamiento en función del tiempo.

Figura No. 13. Evolución del remanente después de cada pastoreo, para cada tratamiento.



No se presentan diferencias significativas entre los remanentes de los diferentes tratamientos. Pero se observa un mayor remanente, como era de esperar en el tratamiento de menor carga.

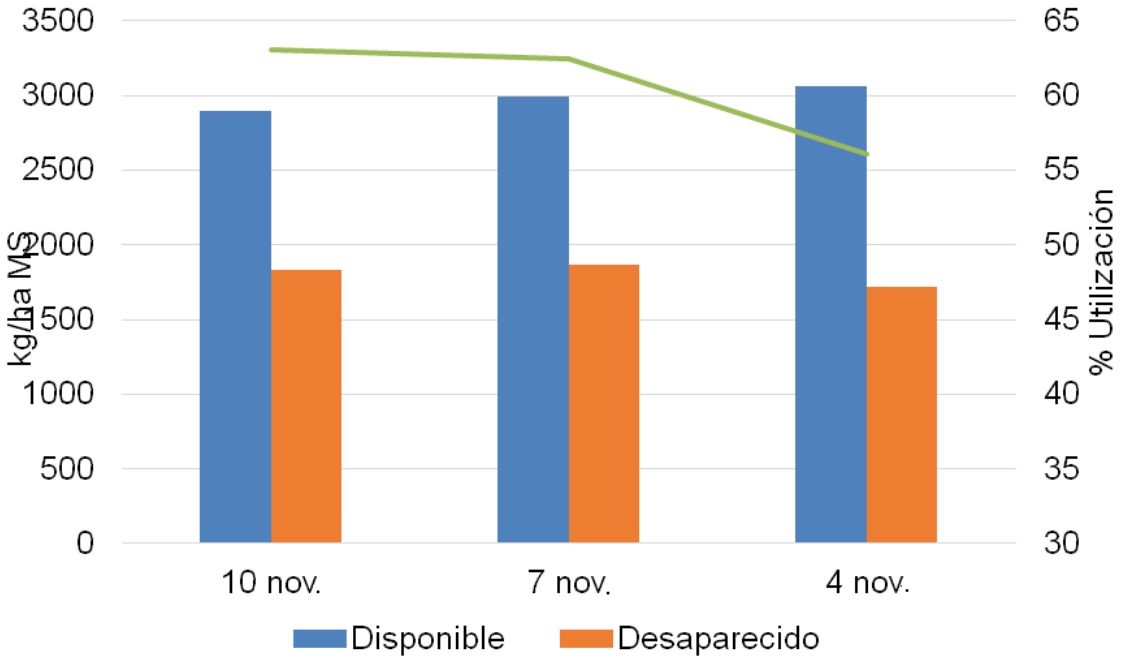
Cuando se analiza la evolución del remanente, en el tratamiento de 4 novillos, se observa que éste aumenta levemente, debido a que el forraje consumido por los animales y el que senesce, es menor al crecimiento de la pastura. En el caso de 7 y 10 novillos, no hay grandes cambios entre el primer y segundo remanente, suponiendo que el crecimiento está en equilibrio con el consumido y el senescente.

En los tratamientos de mayores cargas no se observa una caída significativa en el remanente, por lo que se podría concluir que los animales pueden satisfacer sus requerimientos, ya que además las alturas de remanente fueron entre 5 y 7,5 cm, adecuadas, según Carámbula (2010b) para el comportamiento de la pastura, sin comprometer las necesidades del animal.

4.2.3 Forraje disponible y desaparecido en período estivo-otoñal

A continuación en el gráfico se observa la cantidad de forraje disponible y desaparecido por tratamiento en el período estivo-otoñal.

Figura No. 14. Forraje disponible y desaparecido en kg/ha MS.



Al igual que en la cantidad de forraje disponible y remanente, para el caso del forraje desaparecido tampoco se observaron diferencias significativas, por otra parte los porcentajes de utilización fueron 63%, 62% y 56% para los tratamientos T10, T7 y T4 respectivamente, cuyas ofertas de forraje fueron 3.4; 4.7; 8.3% PV respectivamente. Estos valores de utilización coinciden con los reportados por Leborgne (2008), el cual concluye que los novillos no aumentan significativamente su producción individual si la presión de pastoreo es mayor a la que permite una utilización mayor a 67%.

Si bien se observa que la dotación menor comparada con la media y mayor tiene una menor utilización estos valores no son significativos estadísticamente, por lo que esto no concuerdan con lo dicho por Gastal et al., citados por Almada et al. (2007), que sostiene que a mayor oferta de forraje es menor el porcentaje de utilización, ya que los animales tienen mayor posibilidad de selección de forraje de mayor calidad. En el experimento la festuca fue la especie dominante acompañado por dos especies no sembradas Setaria y digitaria. Por lo tanto a mayor altura del remanente más larga la vaina lo que determina una restricción al consumo animal y como consecuencia la selección de otras zonas dejando una pastura más heterogénea y por lo tanto disminuyendo el consumo debido a un mayor tiempo de búsqueda de zonas más digestibles y apetecibles.

Por otra parte Parsons et al. (1983) explican que el forraje desaparecido no está compuesto solamente por lo consumido por los animales, sino también por el material que senesce, por lo tanto es esperable que para el tratamiento de mayor dotación, el forraje desaparecido se explique principalmente por el consumo de los animales, disminuyendo esta proporción a medida que disminuye la dotación. Coincidiendo con Parsons et al. (1983) que expresa que con aumentos de la intensidad de pastoreo se ocasionan aumentos de la cantidad de forraje consumido, disminuyendo el material muerto por unidad de superficie. Hodgson (1990), Cangiano (1997), Carámbula (2010a), afirman que cuando se trabaja a bajas dotaciones se permite acumular forraje en forma excesiva ocasionando posiblemente perdidas de cantidades importantes de materia seca especialmente en periodos de abundancia de forraje. En otras palabras a mayor oferta de forraje (menor dotación), la cantidad de forraje ofrecido al animal excede ampliamente su consumo, esto trae como consecuencia un aumento en la cantidad de forraje senescente (Muslera y Ratera, 1984). A esto Thomas y Stoddart (1980), agregan que la mayor cantidad de tejido senescente es explicado porque las hojas superiores ejercen sombreado sobre las inferiores, alteran la calidad de luz que llega a los niveles más bajos de la pastura. Además muchas hojas cumplen su vida media antes del siguiente pastoreo (Colabelli et al., 1998).

4.2.3.1 Porcentaje de forraje desaparecido

En el siguiente cuadro se presenta el porcentaje de forraje desaparecido para los distintos tratamientos como promedio para el período de estudio y expresado en relación al total de forraje producido (relación entre el forraje desaparecido total y la producción de forraje total).

Cuadro No. 5. Porcentaje de cosecha de forraje por estación, para el periodo experimental en función de los distintos tratamientos.

	10 nov.	**7 nov.**	**4 nov.**
Cosecha de forraje %	63 A	62 A	56 A
Desaparecido/crecimiento	64 A	65 A	60 A

Estos datos no concuerdan con los de Mott (1960), Hodgson (1990), Gastal et al. (2004), Agustoni et al. (2008), en los cuales, una mayor oferta de forraje (menor dotación) determina una mayor oportunidad de selección y por lo tanto la eficiencia de cosecha del forraje disminuye.

Estos resultados eran esperables, ya que al no registrarse importantes diferencias en la disponibilidad de forraje y en la cantidad de forraje

desaparecido tampoco se registraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos para la variable porcentaje de forraje desaparecido.

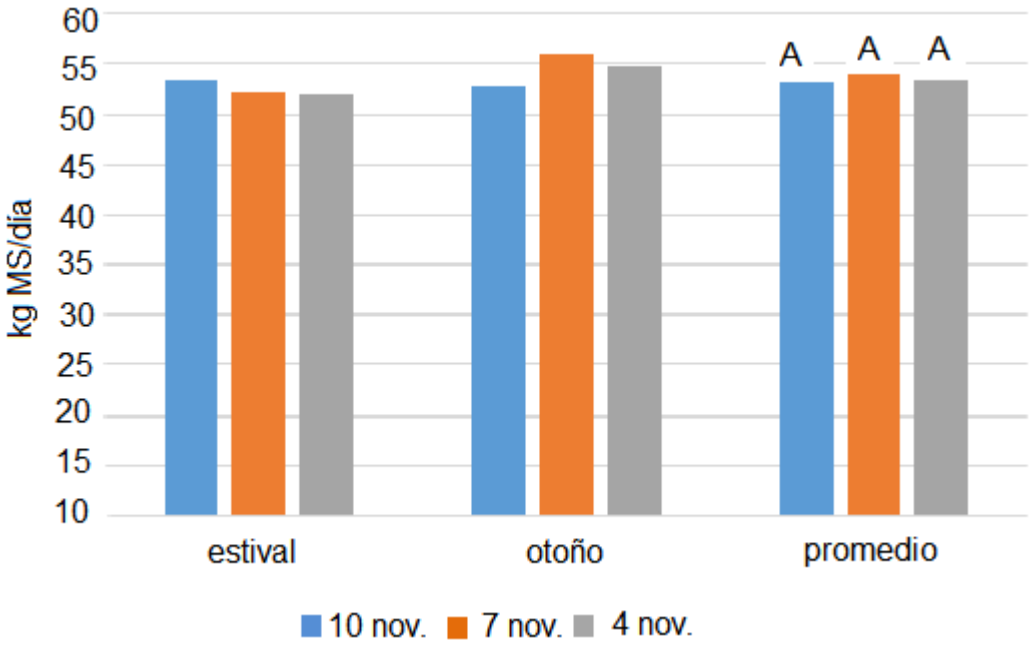
Si comparamos estos resultados con el porcentaje de utilización en base al crecimiento, los resultados concuerdan con lo sostenido por García, citado por Leborgne (2008) que la utilización promedio del crecimiento para una pradera en la zona del litoral es de entre 60-70%.

4.2.4 Producción de materia seca

4.2.4.1 Tasa de crecimiento

A continuación en un cuadro se presentan los resultados obtenidos para la variable tasa de crecimiento, haciendo una distinción entre tasa de crecimiento estival, otoñal y para el promedio.

Figura No. 15. Evolución de la tasa de crecimiento de la pastura en el período experimental y por estación.



Como se detalla en el cuadro vemos que no hay diferencias significativas para el total del periodo de estudio entre las distintas dotaciones, ni tampoco se observan diferencias entre los tratamientos en las distintas estaciones del periodo experimental.

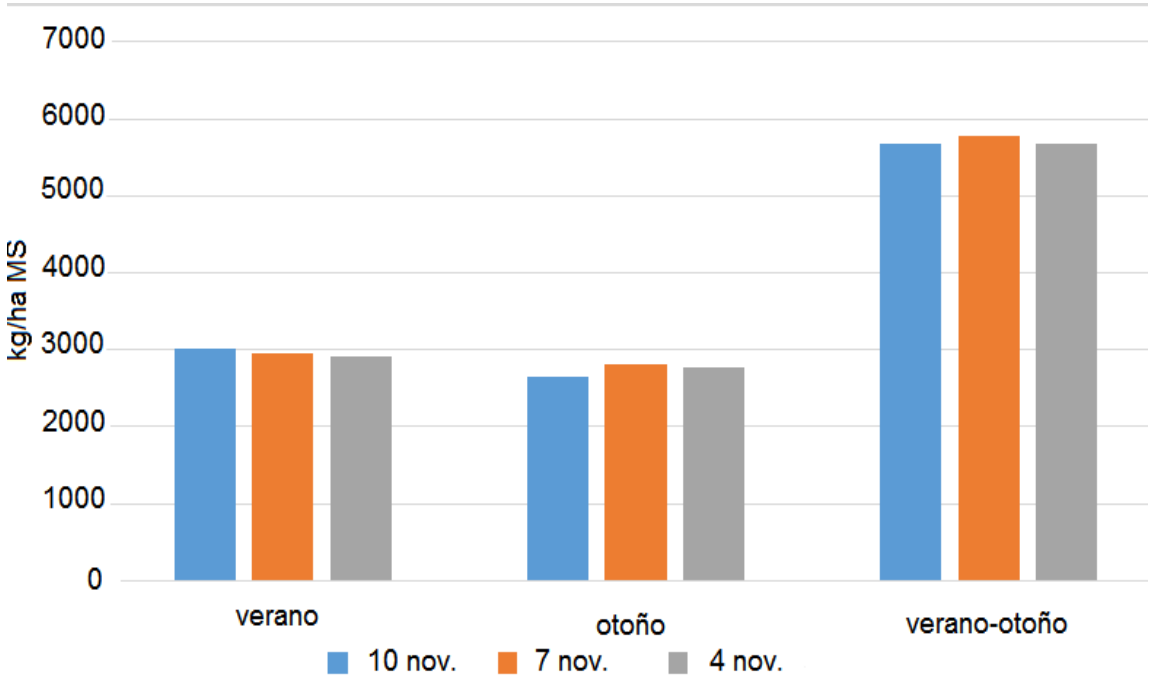
Para ambas estaciones así como para el promedio el comportamiento que se observa no coincide con lo que expresa por Brougham (1956), Smethan (1981), Muslera y Ratera (1984), Formoso (1996), Carámbula (2010a). Según Smethan (1981), con menor presión de pastoreo (menor dotación) es esperable una mayor tasa de crecimiento por una mayor velocidad de rebrote, lo que determina un menor periodo de tiempo hasta el IAF óptimo y por lo tanto más días con tasas de crecimiento máximas antes de la defoliación, en comparación a mayores presiones de pastoreo (mayores dotaciones). Una posible causa es que el tratamiento de menor dotación presenta una mayor cantidad de hojas senescentes que los otros dos tratamientos, fundamentalmente en la estación de verano, dado que las especies sembradas son de metabolismo fotosintético C3. Éste material vegetal viejo, muerto o senescente, de baja eficiencia fotosintética, intercepta inútilmente energía luminosa, sombreando las hojas verdes, reduciendo la tasa de rebrote después del pastoreo (Smethan 1981, Muslera y Ratera 1984, Carámbula 2010a).

Por otro lado se observa que en las dos estaciones la tasa de crecimiento fue alta (53,1, 54 y 53,3 kg MS/día para T10, T7 y T4 respectivamente) y que a su vez no hubieron diferencias significativas entre las estaciones estivo-otoñal, esto estaría explicado por la alta proporción de malezas de verano que se encontraban (*Digitaria sanginalis y Setaria geniculata*) las cuales por ser especies C4 tienen una buena tasa de crecimiento estival y a su vez hacen un gran aporte alimenticio, ya que se caracterizan como tipo productivo fino-duro la digitaria y tierno en el caso de setaria, o sea que la alta tasa de crecimiento de la pastura estival estaría explicado por esas dos especies, y luego en la estación otoñal se mantiene esta tasa y seria la festuca la que comienza a jugar un papel importante en el aporte de materia seca.

4.2.4.2 Producción de forraje

A continuación se presenta la producción de forraje por estación y total del periodo experimental por tratamiento.

Figura No. 16. Producción de forraje por tratamiento, según pastoreo y total del periodo experimental.



Como se puede apreciar en la gráfica, no hay diferencia significativa con respecto a la producción de forraje en las diferentes estaciones, y se supone que es debido a lo explicado en el punto anterior, donde se constató la presencia de digitaria y setaria que hicieron un gran aporte estival, que es cuando la festuca (especie sembrada en mayor proporción) hace muy poco aporte a la producción.

Anteriormente también se observó que no existió diferencia entre las alturas de remanente, la cual es esencial para retomar la producción de forraje, esto hace que no se encuentren diferencias tampoco en la producción con respecto a los diferentes tratamientos ya que el área foliar remanente es muy similar.

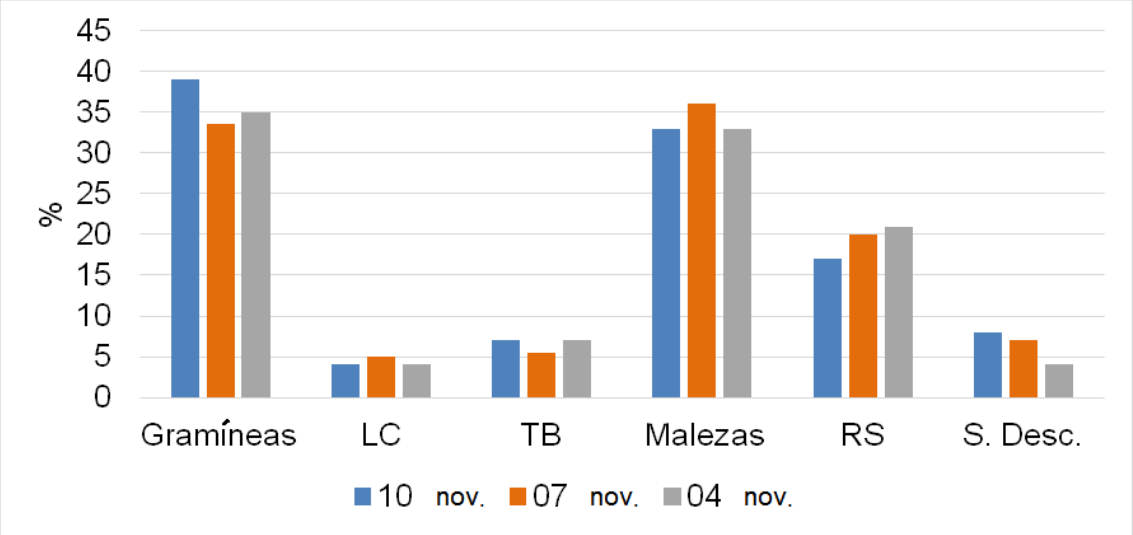
Si se comparan éstos resultados con los obtenidos por Formoso (2010) el cual sobre una pradera de tercer año (festuca, trébol blanco y lotus) obtuvo una producción de 7730 kg/ha/año MS y con los 7000 kg/ha/año MS obtenidos por Leborgne (2008), sobre una pradera con la misma composición a la anterior, en este caso con dos años más de vida la pastura produjo en la mitad de tiempo la misma cantidad de forraje. A esto sumado que el periodo de evaluación es el más desfavorable para la producción de esta pastura, la única

especie que se ve favorecida en este periodo es el lotus, que se encontraba en muy baja proporción, por eso cada vez se le puede dar más importancia al aporte que hicieron las malezas antes nombradas.

4.2.5 Composición botánica

A continuación se presentan los porcentajes de los distintos componentes que forman la pastura, en cada tratamiento durante el periodo experimental.

Figura No. 17. Proporción de los distintos componentes al inicio del experimento.



Como puede observarse en la gráfica, las proporciones de los distintos componentes de la pastura al inicio del experimento son similares para los distintos tratamientos, sin observarse diferencias significativas.

Las gramíneas son las que se presentan en mayor porcentaje, las leguminosas se presentan en bajas proporciones, entre un 5% y 8%. Es importante destacar el alto nivel de enmalezamiento que presenta la pastura, entorno al 35%, como era de esperar en una pastura de 5° año. El dominio de gramíneas frente a las leguminosas, también se explica por la elevada edad de la pastura, ya que las gramíneas son más competitivas que las leguminosas y terminan dominando la pastura.

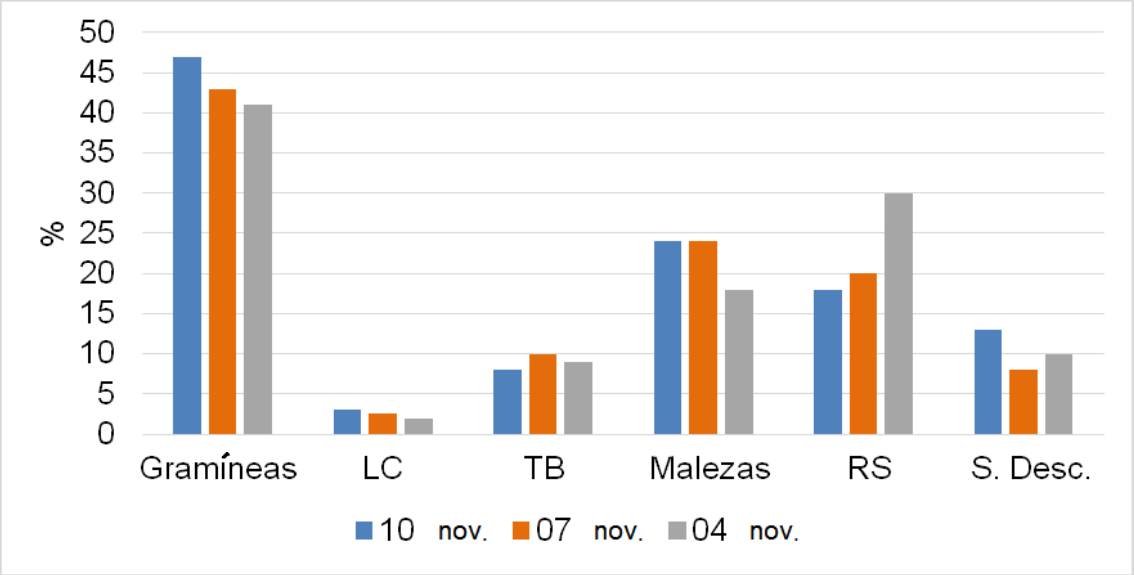
El porcentaje de suelo desnudo no es elevado, está en torno al 5%, esto puede ser explicado porque el mismo fue ocupado por malezas.

Esto coincide con lo mencionado por Carámbula (1991) que dice que la mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa al inicio, dado que es más fácil establecer leguminosas que gramíneas, pero con el correr del tiempo este desequilibrio es inverso y comienzan a dominar las gramíneas. Esto sucede por varias razones, en primer lugar porque las gramíneas compiten mejor frente a las leguminosas, ya que se adaptan mejor al sombreado, presentan mayor eficiencia en el uso de agua y raíces más finas y con mayor presencia de pelos radiculares, que facilitan la absorción de agua y nutrientes; en segundo lugar al tener una mayor calidad y palatabilidad son más afectadas por el pastoreo.

Con respecto a las malezas las que se encontraban en mayor proporción eran: *Sida rhombifolia, Digitaria sanguinalis, Setaria geniculata, Cardus acanthoides,Soliva pterosperma.*

Hay que destacar el gran aporte que realizaron dos de ellas en el periodo estival (digitaria y setaria) ya que en esta época ambas presentan buena calidad nutritiva y alta tasa de crecimiento, por esta razón podrían ser consideradas como especies no sembradas, y no como malezas.

Figura No. 18. Proporción de los distintos componentes al final del experimento.



La anterior gráfica muestra los porcentajes en el periodo otoñal, como era de esperarse ya que se trata de una pastura con mayor cantidad de especies invernales, el porcentaje de gramíneas aumenta en torno al 10%

explicado por el crecimiento de festuca mayormente, que compite con las malezas por lo que estas se reducen en una proporción similar.

Se puede apreciar un leve aumento en el porcentaje de suelo desnudo y se debe a esa reducción en la cantidad de malezas, el lotus por ser una especie estival se ve reducida y cobra un poco más de importancia el trébol blanco que al igual que festuca son invernales.

Si miramos la evolución de los restos secos vemos que al inicio del experimento no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, pero en la segunda estación (otoño) los restos secos aumentaron en el tratamiento T4, siendo ésta diferencia, significativa, lo que era de esperar por la menor carga y mayor selección, y se mantuvieron constante en los otros dos tratamientos

El suelo desnudo está por fuera del 100% que engloba gramíneas, lotus, trébol blanco, malezas y restos secos.

Dentro de cada periodo en los diferentes tratamientos no existieron diferencias significativas en los distintos porcentajes de especies que componen la pradera, a excepción de los restos secos, como se explica anteriormente.

4.3 PARÁMETROS DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Después de haber analizado la producción y características de la pastura a lo largo del experimento se pasará a detallar cual fue el impacto en la producción animal.

A continuación se presenta la ganancia media diaria (GMD) y la productividad por hectárea (kg PV/ha), para los distintos tratamientos y promedio para todo el período del experimento.

Cuadro No. 6. Oferta de forraje, ganancia media diaria y ganancia de PV por animal y por hectárea por tratamiento para el periodo experimental.

Tratamiento	Dotación (an./ha)	AF (% de PV)	Peso inicial	Peso final	kg PV/an.	GMD (kg/día)	kg PV/ha
10-nov.	2,2	3,4	420	522 B	103 B	O,687 B	225 A
07-nov.	1,6	4,7	443	558 A	115 A	0,770 A	183 B
04-nov.	0,9	8,3	447	580 A	134 A	0,896 A	120 C

a, b, c: medidas seguidas por distintas letras difieren estadísticamente por el Test de Fisher (p<0,10).

Antes de concluir es importante aclarar que las diferencias en los pesos iniciales se debe a que estas mismas dotaciones fueron evaluadas en el periodo invierno-primaveral, por lo tanto esa diferencia fue generada en el experimento anterior. Para analizar los datos se utilizó como covariable el peso inicial para de esta manera ajustar las diferencias iniciales y no afectar el análisis de datos en el periodo experimental.

Haciendo un análisis para la totalidad del periodo vemos que la mayor diferencia en la asignación de forraje se da en los tratamientos T7 y T4, con una asignación de 4,7 y 8,3 % de PV respectivamente, pero si compramos el T7 y T10 la asignación difiere solo 1,3%.

Con respecto a los datos analizados, existen diferencias significativas entre los tratamientos para las características evaluadas. Cuando se analiza la GMD no se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos que más difieren en asignación, con esto podemos concluir que con asignaciones por encima de 4,7 % no se van a obtener ganancias de peso diarias superiores, por lo tanto asignar mayor cantidad seria desaprovechar forraje. Esto se afirma si miramos el peso final de los animales donde tampoco hubo una diferencia significativa entre el T7 y T4, pero si fue inferior en el tratamiento con mayor dotación y lo mismo con la ganancia total por animal en todo el periodo de evaluación.

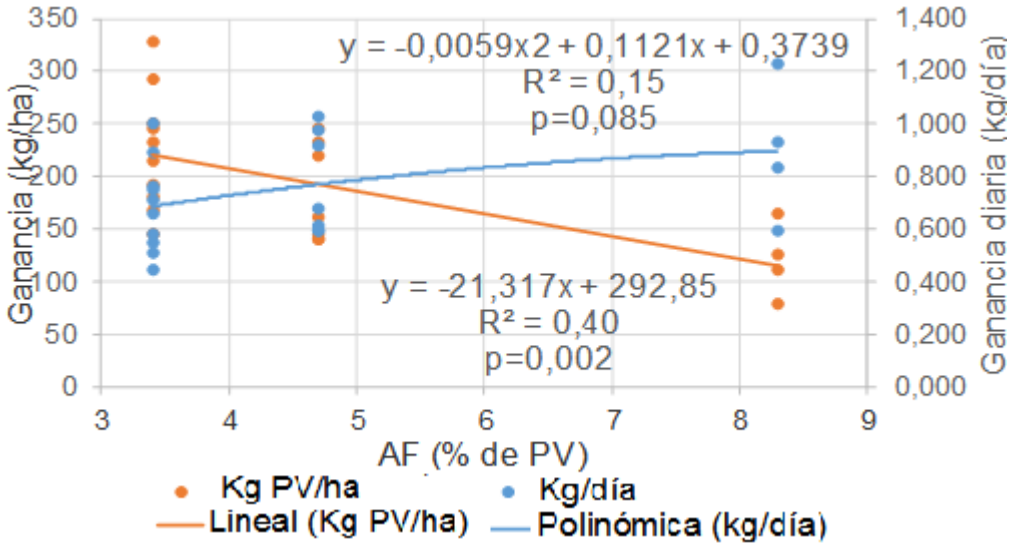
Estas diferencias encontradas en las ganancias medias diarias para cada tratamiento están influenciadas por los siguientes factores. En primer lugar, cuando tenemos altas asignaciones los animales tienen posibilidad de seleccionar una dieta de alta calidad consumiendo bajas cantidades de forraje pero que les permite obtener altas ganancias. Esto es coincidente con lo dicho por Bianchi, citado por Carriquiry et al. (2002), el cual afirma que a mayores asignaciones de forraje se logran mayores ganancias de peso debido al mayor consumo y selección de una dieta de mejor calidad.

Si se observa la producción por hectárea, ésta muestra un comportamiento opuesto a la ganancia diaria por animal, al aumentar la dotación se logran las mayores producciones de peso vivo por unidad de superficie, cada animal va a ganar menos pero multiplicado por la cantidad genera una mayor producción por unidad de superficie, y en este caso la diferencia fue significativa en los tres tratamientos, por lo que la producción por hectárea aumento continuamente al aumentar la dotación, lo que más llama la atención es que el aumento en producción por hectárea fue de un 87,5%, lo cual está lejos de ser compensado por la ganancia individual en las dotaciones menores. Estos resultados no concuerda con los obtenidos por Agustoni et al. (2008), en este estudio el tratamiento de menor dotación pudo compensar la

producción de carne por hectárea por una alta ganancia media diaria, obteniendo una producción similar al tratamiento de mayor dotación.

Cuando los animales tienen bajas asignaciones se ven limitados en la posibilidad de seleccionar, lo que se obtiene un consumo mayor de forraje de menor calidad, lo que afecta su performance individual. Con alta presión de pastoreo se reduce la selectividad, se deteriora la producción individual y se puede incrementar la producción por hectárea al lograrse una mayor eficiencia de utilización, lo que concuerda con lo expresado por Viglizzo (1981), Gómez (1988), Hodgson (1990), Elizalde (1999). Por otro lado, si bien los animales manejados a bajas asignaciones hacen una mayor utilización del forraje, estos tienen mayores gastos energéticos en los procesos de cosecha, búsqueda y digestión del forraje consumido. En general, cuando el forraje es escaso, el tiempo de pastoreo se alarga, el número de bocados aumenta, pero el consumo por hora de pastoreo disminuye.

Figura No. 19. Ganancia media diaria promedio (kg/animal/día) y producción de carne promedio (kg/ha) en función de los distintos tratamientos para todo el período experimental.



La dotación óptima o la oferta de forraje óptima se le llama a la que permite maximizar la productividad por unidad de superficie sin comprometer la persistencia de las pasturas (Cubillos y Mott 1969, Lombardo 2012). A su vez Feer (1981) afirma que cuando la disponibilidad de forraje es muy baja, el tamaño de bocado es reducido, los animales se ven obligados a aumentar el tiempo de pastoreo. Esto trae como consecuencia un mayor gasto de energía

que puede traducirse en diferencias muy importantes de ganancia de peso, aún con igual consumo de forraje de similar digestibilidad.

Según la gráfica anterior, la oferta de forraje solo explica un 15% de la ganancia por animal y un 40% de la ganancia por hectárea, a diferencia de lo que afirma Morley (1981), donde la intensidad de pastoreo (en este estudio expresado como dotación), es el componente principal que determina la producción animal.

Estos resultados pueden estar explicados por algunas deficiencias en el sistema de producción como por ejemplo la falta de agua en todos los potreros, falta de sombra, que en el periodo estivo-otoñal se torna muy importante. Otra causa por la que puede estar explicado es la calidad y heterogeneidad de la pastura. Se encontró una gran variación en la ganancia entre los animales para cada asignación de forraje, esto está explicado por la dominancia de algunos animales sobre otros y por diferencias genéticas.

Cuando disminuimos la oferta de forraje (mayor dotación), provoca una disminución de la ganancia de peso por animal, en cambio cuando se observa la producción por hectárea se obtienen incrementos en la producción por unidad de superficie. Estos resultados coinciden con varios autores, como Blaser et al. (1960), Mott (1960), Cubillos y Mott (1969), Jamieson y Hodgson (1979), Morley (1981), Hodgson (1990).

Como vemos, la producción animal (kg/ha) aumenta en la medida que aumenta la carga, esto se da ya que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la ganancia individual (Mott, 1960). Si se relaciona la producción animal con el forraje desaparecido y el forraje producido, surge la siguiente pregunta, ¿cómo es posible obtener más producción con menos pasto? Esto se debe a que no todo lo considerado desaparecido es realmente consumido, sino que hay una parte del mismo que se pierde en el proceso de pastoreo, siendo mayores estas pérdidas en los tratamientos con menores carga, lo cual es afirmado por Boggiano (2000). En este sentido, Viglizzo (1981) atribuye una mejora de la producción por hectárea debido a una mejor utilización del forraje producido a mayores cargas.

El aumento en la producción por hectárea se da hasta cierto nivel de carga, ya que Mott (1960) encontró que la producción por hectárea desciende a partir de un punto en que la producción individual comienza a ser limitante. Esto no ocurrió en el experimento debido a que no se alcanzaron cargas que limiten el consumo individual. Por lo tanto se puede concluir que en este caso, la

producción por unidad de superficie estuvo principalmente limitada por el número de animales por hectárea.

La intersección entre la ganancia por hectárea y la ganancia diaria por animal, estaría representando la asignación de forraje óptima. La cual en este caso se ubica en torno al 4,7% de PV.

Resumiendo para este experimento se puede decir que la mejor oferta de forraje se ubicó en el tratamiento T7, el cual concuerda con el valor óptimo obtenido en la gráfica, que corresponde a una dotación de 1,6 animales/ha, lográndose ganancias individuales de 0,770 kg/animal/día y producciones de 183 kg/ha, sin ocasionar perjuicios sobre la pastura. Si bien en el tratamiento con mayor dotación se obtienen 225 kg/ha siendo significativamente superior al optimo, este es compensado por la ganancia diaria que también es significativa. Otro punto a tener en cuenta es que con la mayor dotación se puede perjudicar a la pastura para realizar futuros pastoreos.

A modo de comparación con nuestro trabajo, Abud et al. (2011), en una pradera similar a la evaluada en esta oportunidad obtuvieron ganancias promedio de 1,32 y 1,19 kg/animal/día en el periodo estival y otoñal respectivamente. Producciones de 245 kg/ha con ofertas de 9%, como podemos ver estos resultados son mayores a los obtenidos en nuestro experimento y esto puede estar explicado por la mayor edad de nuestra pastura lo cual provoca una caída importante en la digestibilidad ocasionada por la abundancia de gramíneas que representan un 51% junto con la cantidad de malezas con un 35% y la poca cantidad de leguminosas, 14%.

4.3.1 Evolución de la ganancia media diaria por animal

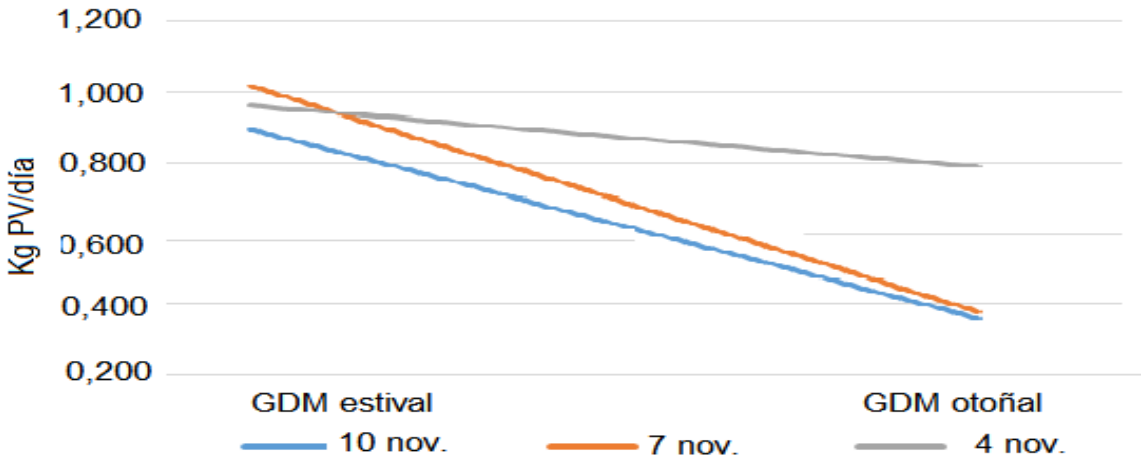


Figura No. 20. Evolución de ganancias diarias según tratamiento y estación.

Cuadro No. 7. Ganancias diarias medias estivales, otoñales y totales para cada tratamiento.

	GDM estival	GDM otoñal	GDM total
10-nov.	0,896 A	0,359 B	0,687 B
07-nov.	1,019 A	0,379 B	0,770 AB
04-nov.	0,964 A	0,789 A	0,896 A

Al observar la gráfica anterior podemos ver que las ganancias estivales son las más altas y las diferencias no son significativas entre tratamientos, esto debido a la buena disponibilidad de forraje además de la buena calidad aportada principalmente por las malezas estivales, como fue nombrado anteriormente. Igualmente en el tratamiento de mayor carga, las ganancias diarias están por debajo de los otros tratamientos, que presentan menor carga y por lo tanto mayor asignación de forraje, teniendo la posibilidad de seleccionar una mejor dieta.

En cuanto a la evolución de la ganancia diaria, se observa que ésta disminuye en todos los tratamientos en el otoño, pero ésta caída es mayor en los tratamientos de mayor carga. Ésta caída está explicada principalmente por la pérdida de calidad que se produce en la pastura, causada por la pérdida de digestibilidad de la dieta, causada principalmente por el pasaje de las malezas C4 a estado reproductivo (pasaje de tipo productivo fino a duro). Por esta razón en el tratamiento de menor carga los animales pueden seleccionar mejor la dieta como se menciona en el párrafo anterior, y de ésta forma la ganancia diaria cae en menor proporción, observándose diferencias significativas entre tratamientos.

Esta menor ganancia media diaria en los tratamientos de mayor carga se debe además a que al tener mayor cantidad de animales por unidad de superficie, presenta un mayor consumo de forraje por hectárea, pero hay un menor consumo de forraje por animal (Hodgson, 1990).

4.3.2 Producción de carne y eficiencia de producción

Ahora se relaciona la producción de carne, con la producción de MS, obteniendo la eficiencia de producción durante el periodo estival y otoñal.

Cuadro No. 8. Producción de PV y eficiencia de producción estival (kg MS/kg PV) en función de los tratamientos.

Tratamiento	Dotación (an/ha)	kg MS prod./ha	Kg PV prod.	Efic. prod. kg MS/kg PV
10-nov.	2,2	3019	745	18,6
07-nov.	1,6	2959	649	21,0
04-nov.	0,9	2908	351	38,1

Cuadro No. 9. Producción de PV y eficiencia de producción otoñal (kg MS/kg PV) en función de los tratamientos.

Tratamiento	Dotación (an/ha)	kg MS prod./ha	Kg PV prod.	Efic. prod. kg MS/kg PV
10-nov.	2,2	2655	208	58,7
07-nov.	1,6	2818	154	84,2
04-nov.	0,9	2775	183	69,8

Abud et al. (2011), observaron valores de eficiencia de producción del forraje producido en torno a 31,3 con una asignación de forraje promedio de 9,6%, que se compararía con el tratamiento de 4 novillos, que tiene una asignación de forraje de 8,4%, que se asemejan a los observados, en el periodo estival.

En cuanto a la eficiencia en el periodo otoñal, ésta disminuye notoriamente, es decir que necesito que se necesitan entre 2 y 3 veces más de forraje para producir un kg de peso vivo. Ésta perdida en la eficiencia, esta explicada principalmente por la pérdida en la calidad de la pastura, principalmente por la caída en la digestibilidad por la maduración de las malezas estivales.

En los tratamientos de menor carga y mayor asignación de forraje, aunque los animales tienen mayor posibilidad de selección de mejor alimento y se esperaría una mayor eficiencia conversión, éstas disminuyen en ambas estaciones. Dado que las producciones de MS para cada tratamiento fueron estadísticamente iguales, los tratamientos de menores cargas, no pueden aprovechar ese excedente, aumentando la senescencia en el porcentaje de desaparecido, y por lo tanto la eficiencia de conversión de pasto producido en carne disminuye.

5. CONCLUSIONES

- No existe un efecto significativo de las dotaciones animales estudiadas sobre la producción y persistencia de la pastura durante el periodo estudiado.

- Si existe efecto de la dotación animal sobre la producción de peso vivo. Obteniéndose mayores ganancias durante el periodo estival, y a su vez en las mayores asignaciones de forraje.

5.1. CONSIDERACIONES FINALES

Se dividen en dos partes, en primer lugar en cuanto a los resultados de producción de forraje se puede decir que no se evidencian diferencias entre los tratamientos evaluados. De esta forma se puede concluir que las dotaciones utilizadas no afectaron la productividad y persistencia de la mezcla utilizada. Ya que no se observaron diferencias significativas en la producción de la misma.

La composición botánica no se vio afectada por los tratamientos en el periodo estudiado. La festuca fue el principal componente de la pastura en el periodo de estudio, pero además las malezas tuvieron un importante aporte de forraje de buena calidad, ya que el enmalezamiento predominante era de ciclo estival.

Con respecto a la segunda parte, al evaluar la producción animal, si se observaron diferencias significativas entre los tratamientos. Y están debidas a que los tratamientos con menor dotación, pudieron seleccionar una dieta de mejor calidad, lo que le permitió obtener mayores ganancias, hasta un punto en el que mayores asignaciones no permiten mayor ganancia individual, éste punto se encuentra en la asignación de forraje de 4,7%.

Las ganancias diarias fueron mayores en el periodo estival, dado por el aporte de forraje de buena calidad de las malezas. En el periodo otoñal las malezas pierden calidad y aumentan los restos secos, disminuyendo la calidad de la dieta, logrando menores ganancias diarias. La eficiencia de conversión es mayor en el periodo estival, por lo antes mencionado, mientras que si comparamos los diferentes tratamientos, ésta es mayor en los de mayores cargas.

La elección de la dotación, va a depender de varias variables, entre las más importantes, el sistema de producción, el peso de terminación de los animales y momento de venta, y la estación del año. Por ejemplo para nuestro caso en el caso de mayor dotación, los animales no llegaron con peso suficiente al momento de venta, ya que registraron menores ganancias por animal, aunque las ganancias por hectárea serían mayores.

6. RESUMEN

El presente experimento fue llevado a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, Paysandú, Uruguay) ubicado sobre la ruta nacional No. 3 km 363. El periodo de estudio se ubicó en las estaciones estival y otoñal, comprendido entre el 9 de enero al 23 de abril, 2014. Como objetivos se platearon evaluar el efecto de tres distintas dotaciones en una mezcla forrajera, sobre la productividad de la pastura y el desempeño animal. Se trata de una pastura de 5° año compuesta por *Festuca arundinacea* cultivar Tacuabé*, Trifolium repens* cultivar Zapicán y *Lotus corniculatus* cultivar San Gabriel. En este caso tenemos tres tratamientos con distintas dotaciones, 0,9 1,6 y 2,2 animales por hectárea, correspondiente a los tratamientos T4, T7 y T10 respectivamente, utilizándose un total de 21 novillos Holando, con un peso promedio al comienzo del experimento de 433 Kg. El tipo de diseño experimental utilizado fue en bloques completos generalizados al azar y el área experimental comprendió un total de 13,8 has que se divide en tres bloques y cada bloque en tres parcelas, lo que se define como unidad experimental. El método que se utilizó para el pastoreo fue rotativo, recibiendo cada parcela dentro de cada bloque siempre el mismo tratamiento durante los dos pastoreos. Con respecto a las variables evaluadas, no se encontraron diferencias significativas en la producción de materia seca entre los tres tratamientos, los valores registrados de los mismos fueron 5675 kgMS/ha, 5777 KgMS/ha y 5683 KgMS/ha para los tratamientos T4, T7 y T10 respectivamente. Tampoco se encontraron diferencias entre las variables, altura del forraje disponible y remanente, forraje desaparecido, porcentaje de desaparecido y tasa de crecimiento. Con respecto a la composición de la pastura, estuvo dominada todo el periodo por el componente gramínea con un 40%, seguido por las malezas con el 28% y un 11% de leguminosas. Los restos secos están en torno al 21%, mientras que el porcentaje de suelo desnudo es solo 5%, presentando un leve aumento en el periodo otoñal. Los restos secos no presentaron diferencias significativas entre tratamientos en el periodo estival, éstos aumentaron para el periodo otoñal en el tratamiento de baja carga. Donde sí se encontraron diferencias significativas fue en la producción animal, tanto en la ganancia media diaria, como en el KgPV/an y en KgPV/ha. Se obtuvieron valores máximos de GDM de 0,98 Kg/an/día en la mayor oferta de forraje que corresponde al 8,3%. Esta ganancia diaria, por la alta oferta castigó la ganancia por unidad de superficie, obteniéndose solo 120 KgPV/ha con respecto a los 225 KgPV/ha, que se obtuvo con la dotación de 2,2 animales por hectárea, que correspondía a una asignación de forraje de 3,4%.

Palabras clave: Dotación; Producción de forraje; Producción animal; Mezcla.

7. SUMMARY

This study was performed in "Dr. Mario A. Cassinoni" Experiment Station (School of Agriculture, University of the Republic, Paysandú, Uruguay) which is located on the National Route 3, km 363. It was conducted in summer and autumn between January 1st. and April 23rd., 2014. The aim of the study is to assess the effect of three different amount of animals in a mixed sward on pasture productivity and animal performance. It concerns a 5-year-old pasture, composed by *Festuca arundinacea* cultivar Tacuabé*, Trifolium repens* cultivar Zapicán and *Lotus corniculatus* cultivar San Gabriel. In this case, there are three treatments with different amount of animals (0.9, 1.6 and 2.2 animals per hectare), which belong to the treatments T4, T7 and T10 respectively. A total of 21 Holstein steers were used, with an average weight of 433 kg at the beginning of the study. The experimental design consisted on randomized complete blocks and the experimental area comprised a total of 13.8 ha, which was divided into three blocks and each block was subdivided into plots (defined as an experimental unit). The method used for grazing was carried out on a rotation basis and each plot within each block received the same treatment during both grazings. With regard to the variables assessed, there were not found significant differences in dry matter productions among the three treatments; the registered values of these were: 5675 KgDM/ha, 5777 KgDM/ha and 5683 KgDM/ha for the treatments T4, T7 and T10 respectively. Likewise, no differences were found within the variables, the available and the remained forage height, the missing forage and its percentage, and growth rate. With regard to the pasture composition, during the entire period there was a prevalence of gramineae (40%), followed by weed (28%) and legumes (11%). The dry remains represent about 21%, while the percentage of bare soil is 5%, registering a slight increase in autumn. The dry remains did not register significant differences among the treatments in summer, however, they increased in autumn with the low load treatment. Significant differences were found in animal production, both in the daily average gain as well as in KgLW/an and KgLW/ha. Maximum DAG values of 0.98 Kg/an/day were obtained in the greatest forage offer which corresponds to 8.3%. Due to the great offer, this daily gain damaged the gain per unit area, obtaining only 120 KgLW/ha with respect to 225 KgLW/ha that was obtained with the amount of 2.2 animals per hectare, which corresponded to a forage allocation of 3.4%.

Keywords: Amount of animals; Forage production; Animal production; Mixed sward.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Abud, M. J.; Gaudenti, C.; Orticochea, V.; Puig, V.M. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.

2. Acle, F. J.; Clement, G. M. 2004. Características de la implantación y vigor de gramíneas y leguminosas perennes integrantes de mezclas forrajeras y estudio de la población de unidades morfológicas en el otoño del 2° año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.

3. Agnusdei, M.; Colabelli, M.; Mazzanti, A.; Lavreveux, M. 1998. Fundamentos para el manejo del pastoreo de pastizales y pasturas cultivadas de la Pampa Húmeda. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 147. 16 p.

4. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.

5. Allden, W. G.; Whittaker, I. A. McD. 1970 The determinants of herbage intake by grazing sheep; interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. Australian Journal of Agricultural Science. 21: 755-766.

6. Allegri, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en la utilización de pasturas. Montevideo, CIAAB. pp. 1-3.

7. Almada, F.; Palacios, M.; Villalba, S.; Zipitría, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.

8. Altamirano, A.; da Silva, H.; Durán, A.; Panario, U.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.

9. Altier, N. 1997. Enfermedades del lotus en Uruguay. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no. 93).

10. Arenares, G.; Quintana, C.; Rivero, J. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.

11. Bartabaru, S.; Cooper, P.; Lanfranconi, M.; Olivera, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.

12. Blaser, R. E.; Hammes, R. C.; Bryant, H. T.; Hardison, W. A.; Fontenet, J. P.; Engel, R. W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Reading). Proceedings. Reading, University of Reading. pp. 601 – 606.

13. Boggiano, P. 2000. Dinámica de produçâo primaria da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubaçâo nitrogenada e asignación de forragem. Tese PhD. Programa de pos Graduação em Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Río Grande do Sul. Facultade de Agronomia. pp. 149-155.

14. Brancato, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.

15. Briske, D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. In: Heitschmidt, R. K.; Stuth, J. W. eds. Grazing management; an ecological perspective. Portland, Oregon, Timber. pp. 85-108.

16. _____. 1996. Strategies of plant survival in grazed systems; a functional interpretation. In: Hodgson, J.; Illius, A.W. eds. The ecology and managegment of grazing systems. Wallingford, UK, CABI. pp. 37- 67.

17. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research. 7 (5): 377-387.

18. Buxton, D. R.; Hornstein, J. S.; Wedin, W. F.; Marten, G. C. 1985. Forage quality in stratified canopies of alfalfa, birdsfoot trefoil, and red clover. Crop Science. 25: 273-279.

19. Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. 1996.Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.

20. _____. 1997. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. Estación Agropecuaria Experimental Balcarce. pp. 41 – 64.

21. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas, mezclas forrajeras. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.

22. _____.; Santiñaque, F. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. no. 2: 16-21.

23. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).

24. _____. 1997. Forrajeras; material seleccionado por la cátedra. Paysandú, Facultad de Agronomía. t.1, pp. 75-88.

25. _____. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.

26. _____. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.

27. _____. 2008a. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.

28. _____. 2008b. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.

29._____. 2010a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.

30._____. 2010b. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.

31. Carlevaro, P.; Carrizo, J. 2004. Comparación de la producción de mezclas forrajeras bajo manejos de defoliación basados en la cobertura del suelo y altura del tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 165 p.

32. Carlson, G. E.; Gibson, P. B.; Baltensperger, D. D. 1985. White clover and other perennial clovers. In: Heath, M. E.; Barnes, R. F.; Metcalfe, D. S. eds. Forages; the science of grassland agriculture. 4th. ed. Ames, USA, Iowa State University Press. pp. 118-127.

33. Carriquiry, J.; Normey, R.; Pardiñas, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño – invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 88 p.

34. Castro, M. 2012. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. Montevideo, INIA. 101 p.

35. Chapín III, F. S.; Bloom, A. J.; Field, B. C.; Waring, R. H. 1987. Plantresponses to multiple environmental factors. BioScience. 37 (1): 49- 57.

36. Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (17th., 1993, Palmerston North). Proceedings. Palmerston North, Massey University. pp. 95-104.

37. Chilibroste, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño-invernal. In: Jornadas de Buiatría (30as., 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 90-96.

38. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base

para el manejo de la defoliación. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 148. 21 p.

39. Collins, M. 1982. Yield and quality of birdsfoot trefoil stockpiled for summer utilization. Agronomy Journal. 74: 1036-1041.

40. Cubillos, G. F.; Mott, G. O. 1969. La influencia de la presión de pastoreo sobre la producción de carne de novillos en praderas de alfalfa y bromo. Agricultura Técnica. 29 (4): 178-185.

41. De León, M. 2007. Interacciones “pastura-animal”. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Cuadernillo clásico de forrajeras no. 135. 2 p.

42. Díaz, J. E.; García, J. A.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. Montevideo, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).

43. Donaghy, D. J.; Fulkerson, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. Grass and Forage Science. 53 (3): 211-218.

44. Donald, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. Advances in Agronomy. 15 (1): 1-118.

45. Fariña, M.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.

46. Formoso, F.; Allegri, M. 1980. Producción de forraje, semillas y persistencia de cinco cultivares y dos procedencias de trébol blanco (Trifolium repens L.) en la zona noreste del Uruguay. Investigaciones Agronómicas. 1 (1): 3-6.

47. _____. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).

48. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).

49._____. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (Cynodon dactylon, (L) PERS). Montevideo, INIA. 302 p. (Serie Técnica no. 188).

50. Fulkerson, W. J.; Slack, K; 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*; 2. Effect of defoliation frequency and height. Grass and Forage Science. 50 (1): 16-20.

51. Galli J. R.; Cangiano, C. A. 1998. Relación entre la estructura de la pastura y las dimensiones del bocado y sus implicancias en el consumo en bovinos. Revista Argentina de Producción Animal. 18 (3): 247-261.

52. García, J. A. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).

53._____. 1996. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA.19 p. (Serie Técnica no. 70).

54._____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).

55. Gastal, F.; Lemaire, G.; Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2o., 2004, Curitiba). Trabajos presentados. s.n.t. s.p.

56. Grant, S. A.; Barthram, G. I.; Torvell, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. Grass and Forage Science. 36: 155-168.

57. Harris, W.; Lazenby, A. 1974. Competitive interactions of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. Australian Journal of Agricultural Research. 25 (2): 227 – 246.

58._____.1978. Defoliation on as a determinant of the growth persistence of pasture. In: Wilson, J. R. ed. Plants relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 67-85.

59. Haydock, K. P.; Shaw, H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15: 663-670.

60. Heitschmidt, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. Journal of Range Management. 40: 216-223.

61. Hodgson, J. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: International Symposium of Nutritional Limits to Animal Production from Pastures (1981, St. Lucia). Proceedings. St. Lucia, J. B. Hacker. pp. 153 – 166.

62. _____. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production; in evaluation of research results. Proceedings of New Zealand Society of Animal Production. 44: 99-104.

63. _____. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.

64. Irigoyen, A. 2009. Presupuestación forrajera. Revista Plan Agropecuario. no. 12: 48- 53.

65. Jamieson, W. S.; Hodgson, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves under strip-grazing management. Grass and Forage Science. 34 (4): 261-271.

66. Jones, R. J.; Griffiths, D. J.; Waite, R. B.; Fergus, I. F. 1968. The production and persistence of grazed irrigated pasture mixtures in south-eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 8 (31): 177-189.

67. Laca, E.A.; Ungar, E.D.; Demment, M.W.; Seligman, N. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. Grass and Forage Science. 47: 91-102.

68. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas, establecimiento de la pastura. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.

69. Leborgne, R. 2008. Antecedentes técnicos y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros. 2ª. ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.

70. Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing; tissue turnover. In: International Symposium on Animal Production under Grazing (1o., 1997, Viçosa). Proceedings. Viçosa, University Federal of Viçosa. pp. 117-144.

71. Lombardo, S. 2012. Asignación de forraje. ¿Cuánto pasto hay que ofrecer a los animales?. Revista Plan Agropecuario. no. 143: 32-35.

72. Lucas, H. L. 1963. Determination of forage yield and quality from animal responses. Miscelánea USDA. no. 940: 43-54.

73. Mazzanti, A.; Lemaire, G. 1994. Effect AF nitrogen fertilization on herbage production AF toll fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency AF herbage utilization. Grass and Forage Science. 49 (3): 353-359.

74. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.

75. Montossi, F.; Risso, D.; Pigurina, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).

76. Morales, A. A. 1998. Morfogênese e repartição do Carbono em Lotus corniculatus L c.v Sao Gabriel sobo efeito de restrição hídricas e luminosas. Porto Alegre, Brasil, UFRGS. Biblioteca Setorial da Facultad de Agronomía. 74 p.

77. Morley, F. H. W.1981. Management of grazing systems. In: Morley, F. H. W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier. pp. 379-400.

78. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Reading, University of Reading. pp. 607–611.

79. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes, producción y aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.

80. Olmos López, F. 2004. Factores que afectan la resistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco (*Trifolium repens*); trébol blanco. Montevideo, INIA. pp. 13-53 (Serie Técnica no.145).

81. Parga, J.; Nolberto T. 2006. Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. Remehue, INIA Remehue. 12 p.

82. Pereira, M. 2007. ¿Qué Lotus sembrar? Revista del Plan Agropecuario. no. 122: 36-38.

83. Pineiro, J.; Harris, W. 1978. Performance of mixtures of ryegrass cultivars and prairie grass with red clover cultivars under two grazing frequencies. I. Herbage production in the establishment year. New Zealand Journal of Agricultural Research. 21: 83–92.

84. Poppi, D. P.; Hughes, T. P.; L'hullier, P. J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. In: Nicol, A. M. ed. Livestock feeding on pasture. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64 (Occasional publication no. 10).

85. Pristch, O. M. 1976. Evaluación del potencial productivo de semillas de trébol blanco en el área de la Estanzuela. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. 7: 24-28.

86. Raymond, W. F. 1964. The efficient use of grass. The Proceedings of the Nutrition Society. 23: 54-62.

87. Rovira, J. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 336 p.

88. Santiñaque, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.

89. Simon, J. C.; Lemaire, G. 1987. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. Grass and Forage Science. 42: 373-380.

90. Smetham, M. L. 1973. Grazing management. In: Langer, R. H. M.; Reed, A. H.; Reed, A. W. eds. Pastures and pasture plants. Wellington, New Zealand, s.e. pp. 209-270.

91. _____. 1981. Manejo del pastoreo. In: Langer R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 210-270.

92. Thomas, H.; Stoddart, J. L. 1990. Leaf senescence. Annual Review of Plant Physiology. 31: 83 - 111.

93. Tothill J.; Hargreaves J.; Jones R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. CSIRO. Tropical Agronomy. Technical Memorandum no. 8. 20 p.

94. Veribona, N. 2006. Calidades y aptitudes del trébol blanco. (en línea). Rio Cuarto, s.e. s.p. Consultado 12 nov. 2011. Disponible en http://www.pregonagropecuario.com.ar/cat.php?txt=123

95. Viglizzo, E. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. pp. 83-98.

96. Zanoniani, R.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.

97. _____.; Boggiano P.; Cadenazzi M.; Silvera D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reuniao do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos. Desafios e Oportunidades do Bioma Campos Frente à Expansao e Intensificaçao Agrícola (21ª., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.